



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Sistemas

**Implementación del módulo de mantenimiento de
planta de SAP utilizando la metodología ASAP**

TESINA

Para optar el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas

AUTORES

George Yunkichi OKUMA ZAVALA

Jorge Alberto UCAÑAN GARCÍA

ASESOR

Jorge Santiago PANTOJA COLLANTES

Lima, Perú

2016



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Okuma, G. & Ucañan, J. (2016). *Implementación del módulo de mantenimiento de planta de SAP utilizando la metodología ASAP*. [Tesina de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Sistemas]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
PROGRAMA DE ACTUALIZACIÓN PROFESIONAL 2014-II

Acta de Sustentación de Tesina

Siendo las...18:40... del día...26...de Mayo del año 2016, se reunieron los docentes designados como miembros de Jurado de la Tesina, presidido por el Ing. Carlos Ernesto, Chávez Herrera, el Msc. Juan Gamarra Moreno (Miembro) y la Ing. María Rosa Dámaso Ríos (Miembro) para la sustentación de la Tesina intitulada: "IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO DE MANTENIMIENTO DE PLANTA DE SAP UTILIZANDO LA METODOLOGÍA ASAP". Por el Sr. Bach, GEORGE YUNKICHI OKUMA ZAVALA; para optar el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas.

Acto seguido de la exposición de la Tesina, el Presidente invitó al graduando a dar respuesta a las preguntas establecidas por los Miembros de Jurado.

El graduando en el curso de sus intervenciones demostró pleno dominio del tema, al responder con acierto y fluidez a las observaciones y preguntas formuladas por los señores miembros del Jurado.

Finalmente habiéndose efectuado la calificación correspondiente por los miembros de Jurado, el graduando obtuvo la nota de.....16..... (En letras)...DIECISEIS

A continuación el Presidente del Jurado el Ing. Carlos Ernesto, Chávez Herrera declara al graduando **Ingeniero de Sistemas**.

Siendo las 19:30 horas, se levantó la sesión.

.....
Presidente
Ing. Carlos Ernesto Chávez Herrera

.....
Miembro
Msc. Juan Gamarra Moreno

.....
Miembro
Ing. María Rosa Dámaso Ríos

FICHA CATALOGRÁFICA

OKUMA ZAVALA, George Yunkichi
UCAÑAN GARCIA, Jorge Alberto

IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO DE MANTENIMIENTO DE
PLANTA DE SAP UTILIZANDO LA METODOLOGÍA ASAP

C.0.3.25. Tecnología de información y aplicaciones de sistemas (Lima,
Perú 2015)

Tesina, Facultad de Ingeniería de Sistemas, Pregrado, Universidad
Nacional Mayor De San Marcos

DEDICATORIA:

Dedicamos de manera especial a nuestras familias, quienes a través del tiempo estuvieron siempre a nuestro lado, apoyándonos y depositando su entera confianza en nuestro logro profesional.

A personas que a través de sus consejos siempre han influenciado de la mejor manera, apoyándonos, guiándonos y haciéndonos unas personas de bien.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer sinceramente a nuestro asesor de Tesina Jorge Pantoja Collantes por su esfuerzo, paciencia y dedicación.

Gracias a sus consejos, conocimientos y orientaciones, nos han permitido trabajar de manera persistente, autocrítica y motivada. Cualidades importantes, que sin duda, han sido fundamentales para nuestra formación como investigadores.

Asimismo, agradecer a nuestra Universidad Nacional Mayor de San Marcos, quien, a través de sus docentes, estuvo siempre a nuestro lado, inculcándonos los mejores valores, esforzándonos y creando en cada uno, unas personas realmente motivadas y competentes.

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

**IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO DE MANTENIMIENTO DE
PLANTA DE SAP UTILIZANDO LA METODOLOGÍA ASAP**

Autor: OKUMA ZAVALA, George Yunkichi y UCAÑAN GARCIA, Jorge Alberto

Asesor: PANTOJA COLLANTES, Jorge

Título: Tesina, para optar el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas

Fecha: Enero 2016

RESUMEN

El presente estudio está orientado a la instalación y configuración del módulo de mantenimiento de planta de SAP en una empresa del rubro de fabricación de cemento utilizando para ello la metodología ASAP.

En la primera fase del proceso se definen claramente los objetivos, alcances, estándares gerenciales y participantes del proyecto. En la segunda fase, se definen los procesos del área de mantenimiento y las funcionalidades que se implementarán en SAP. En la tercera fase, se configura y desarrolla todo lo definido en la fase anterior, dando inicio en esta etapa a la capacitación de los key users. En la cuarta fase, se realiza una lista con todas las actividades necesarias para la salida en vivo. En la quinta y última fase, se empieza a utilizar el módulo de mantenimiento de planta.

PALABRAS CLAVES: key users, salida en vivo

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

**FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**IMPLEMENTATION OF SAP PLANT MAINTENANCE MODULE
USING THE ASAP METHODOLOGY**

Authors: OKUMA ZAVALA, George Yunkichi and UCAÑAN GARCIA, Jorge Alberto

Assessor: PANTOJA COLLANTES, Jorge

Title: Thesis, to qualify the professional degree of Systems Engineer

Date: January 2016

ABSTRACT

This study is oriented to the installation and configuration of SAP plant maintenance module in the category of cement making use of the ASAP methodology.

In the first phase of the process it is clearly defined the objectives, scope, management standards and project participants. In the second phase, the processes of the maintenance area and functionalities to be implemented in SAP are defined.

In the third phase, it is configured and developed all that was defined in the previous phase, beginning at this stage the training of key users. In the fourth phase, a list is done with all the necessary activities for the Go Live phase. In the fifth and final phase, you begin to use the plant maintenance module.

KEYWORDS: key users, Go Live

INDICE DE CONTENIDOS

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO.....	14
1.1 Antecedentes del problema	14
1.2 Definición o formulación del problema.....	15
1.3 Objetivos	15
1.3.1 Objetivo General	15
1.3.2 Objetivos Específicos.....	15
1.4 Justificación	15
1.5 Alcance	16
1.6 Organización de la tesina	16
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	17
2.1 ERP	17
2.1.1 Definición de ERP	17
2.1.2 La evolución de sistemas ERP	18
2.1.2.1 Antecedentes	18
2.1.2.2 Primera Etapa: La gestión informatizada de las listas de materiales (BOM)	19
2.1.2.3 La Gestión de Necesidades de Material: MRP	20
2.1.2.4 El MRP a Ciclo Cerrado: La Gestión de Cargas y Capacidades	22
2.1.2.5 El MRP II: La Gestión de Recursos de Fabricación	22
2.1.2.6 ERP: Planificación de Recursos de Empresa	24
2.1.2.7 ERP II: La Gestión de la Cadena de Suministros.....	24
2.1.3 Características de los ERP.....	26
2.1.4 Ventajas y Desventajas.....	27
2.2 SAP ERP	28
2.2.1 ¿Qué es SAP?	28
2.2.2 Arquitectura	28
2.2.3 Módulos funcionales.....	30
2.2.3.1 Módulos Financieros	30
2.2.3.2 Recursos Humanos	31
2.3 SAP – Módulo Plant Maintenance (PM).....	35

2.3.1	Concepto.....	35
2.3.2	Estructura organizacional de Mantenimiento.....	35
2.3.2.1	Grupo de Planificación	35
2.3.2.2	Puesto de Trabajo	35
2.3.2.3	Datos Maestros	36
2.3.2.4	Gestión de Avisos y órdenes:	38
2.3.2.5	Gestión de Mantenimiento Programado:	40
2.4	Accelerated SAP (ASAP)	41
2.4.1	¿Qué es ASAP?	41
2.4.2	Fases de ASAP	42
2.4.2.1	FASE 1 – Preparación del Proyecto	42
2.4.2.2	FASE 2 – Business Blueprints.....	43
2.4.2.3	FASE 3 – Realización	44
2.4.2.4	FASE 4 – Preparación Final	45
2.4.2.5	FASE 5 – Salida en Vivo y Soporte	46
2.5	Ingeniería de Mantenimiento.....	47
2.5.1	Concepto.....	47
2.5.2	Objetivos del mantenimiento	47
2.5.3	Descripción de Puestos de Trabajo	48
2.5.4	Plan de Mantenimiento	48
2.5.4.1	La Necesidad de Elaborar un Plan de Mantenimiento	50
2.5.4.2	Formas de Planificar el Mantenimiento	50
2.5.5	Paradas.....	53
2.5.5.1	Paradas Programas	53
2.5.5.2	Paradas por Averías.....	54
2.5.6	Tipos de Mantenimiento	54
2.5.6.1	Mantenimiento Predictivo	54
2.5.6.2	Mantenimiento Preventivo	54
2.5.6.3	Mantenimiento Correctivo.....	54
2.5.7	La Gestión de la Información (Datos e Información)	55
2.5.8	Indicadores de Gestión	56
2.5.8.1	Indicadores de Disponibilidad	57
2.5.8.2	Indicadores de Fiabilidad.....	57
2.5.8.3	Indicadores de Mantenibilidad	58
CAPITULO III. ESTADO DEL ARTE.....		59

3.1	Comparativa de los ERP	59
3.2	Justificación de la metodología	61
3.3	Casos de éxito	65
3.3.1	Implantación del módulo de PM (mantenimiento de planta) de SAP® R/3®, en un laboratorio farmacéutico	65
3.3.2	Plan de Lubricación con aplicación del Software SAP, módulo Mantenimiento, en la Empresa Masisa Planta Puschmann	68
CAPITULO IV. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN O DEL ESTUDIO		71
4.1	Fase 1. Preparación del Proyecto	71
4.2	Fase 2. Business Blueprints	72
4.3	Fase 3. Realización	78
4.4	Fase 4. Preparación Final	81
4.5	Fase 5. Salida en vivo y Soporte.....	82
CAPITULO V. CONCLUSIONES		83
5.1	Conclusiones	83
CAPITULO VI. RECOMENDACIONES		84
6.1	Recomendaciones.....	84
CAPITULO VII. BIBLIOGRAFIA		85
CAPITULO VIII. ANEXOS		86

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Sistema ERP.	18
Figura N° 2. Diagrama de definición del MRP. Orlicky (1975).	21
Figura N° 3. MRP a ciclo cerrado. Delgado y Marín (2000).	22
Figura N° 4. Evolución de los ERP.	26
Figura N° 5. Arquitectura cliente/servidor tres capas SAP. Tomé Calderón (2009).....	28
Figura N° 6. Esquema de los módulos en bloque del sistema SAP ERP.	29
Figura N° 7. Estructura Organizacional de Mantenimiento. Fuentes, Rincón y Serrano (2012).....	35
Figura N° 8. Módulo de mantenimiento. Fuentes, Rincón y Serrano (2012).....	36
Figura N° 9. Ejemplo Ubicaciones Técnicas De Una Planta. Fuentes, Rincón y Serrano (2012).....	37
Figura N° 10. Logística del módulo de mantenimiento. Fuentes, Rincón y Serrano (2012).....	38
Figura N° 11. Tipos de avisos. Fuentes, Rincón y Serrano (2012)	39
Figura N° 12. Ciclo de las órdenes de mantenimiento. Fuentes, Rincón y Serrano (2012)	40
Figura N° 13. ASAP Road Map.	41
Figura N° 14. Describe el Proceso de Mantenimiento para la empresa Cementos Andino SA. Robles Silva (2006)	47

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Muestra de ejemplo una tabla de mantenimiento para un taladro eléctrico. García Garrido (2012)	51
Tabla N° 2. Cuadro comparativo de ASAP, RUP y SCRUM	60
Tabla N° 3. Cuadro comparativo de ASAP, RUP y SCRUM	64
Tabla N° 4. Puestos de trabajo de mantenimiento.....	74
Tabla N° 5. Avisos de Mantenimiento.	74
Tabla N° 6. Órdenes de Trabajo relacionadas a Avisos.	76
Tabla N° 7. Actividades del Plan de Corte.....	81

Introducción

Los niveles de demanda y calidad de producto, sumada a la rigurosa competencia existente en el mercado, han obligado a que cada empresa que intente sobresalir, cuente con las herramientas necesarias para afrontar cada reto que pueda presentarse a través de su desarrollo. Es así como nacen, para cada empresa, sistemas de software más sofisticados y capaces de brindar soluciones a las labores más rigurosas e importantes.

Anteriormente, algunas empresas presentaban el mal hábito de enfocarse directamente en el trabajo arduo y continuo, con la finalidad de cumplir con las demandas solicitadas en el momento, dejando de lado el desgaste que presenta cada equipo en su periodo de uso; de tal forma, que se esperaba a que uno o más equipos fallaran para comenzar a dar mantenimiento o reemplazo del equipo dañado, dependiendo claramente de la importancia que pueda tener el equipo en el desarrollo de la producción. Este mal hábito generaba una gran pérdida monetaria cuando el equipo dañado solía ser de gran importancia, ocasionando paradas de planta imprevistas, incapaces de ser resueltas en el momento, perdiendo horas de trabajo y, en el peor de los casos, incumpliendo con el contrato preestablecido.

El presente informe, nos muestra no sólo la gran importancia de llevar un control ordenado del mantenimiento de los equipos, sino que también nos nutre de conocimientos y herramientas que se deben tener en cuenta para el desarrollo del mismo.

Asimismo, se debe tener claro que no existe mejor software, que el que trabaje de forma integral, ya sea para el desarrollo de un macro-proceso o mejor aún, que pueda soportar las actividades continuas y fundamentales dentro una empresa; de tal manera, que si por ejemplo el área de almacén indica que existen pérdida de productos, o

productos defectuosos, éstos puedan ser informados de forma inmediata al área de ventas para evitar su compromiso con los cliente.

Enfocándonos en el área mantenimiento, veremos que existen formas o metodologías que ayudan a realizar una buena gestión del mantenimiento; sin embargo, éstas deben ser acompañadas de herramientas totalmente eficaces y eficientes, capaces de ayudarnos a dar el mejor mantenimiento a nuestros equipos y no caer en el exceso de estos mantenimientos; pues, dicho sea de paso, esto también genera pérdidas para la empresa.

El ERP SAP, es actualmente uno de los sistemas de software más sofisticados y confiables dentro del mercado, contempla el desempeño de las funciones del mantenimiento de manera asociada con los demás módulos, asimismo, presenta las mejores prácticas para el proceso de cada mantenimiento y puede ajustarse a las gestiones de información necesarias para un óptimo desarrollo.

En este sentido, el objetivo del presente informe es dar a conocer la manera de implementar el módulo de mantenimiento de planta de SAP en una empresa del rubro de fabricación de cementos, describiendo los pasos que la metodología propia de SAP nos enseña a utilizar.

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1 Antecedentes del problema

En la década de los noventa, se produce un cambio en el entorno económico y empresarial, principalmente debido a la famosa globalización. Para poder participar de forma eficiente en los mercados internacionales, aparece la necesidad de adquirir sistemas de información eficientes. En este intervalo de tiempo, los sistemas de información pasan de cumplir un rol operativo a jugar un rol realmente estratégico. Directamente afectan a la forma de pensar de los directivos, su forma de planear.

Uno de los modos de enfrentarse a esta necesidad es adquirir un software construido de forma previa, distribuido de forma comercial. Dentro de este conjunto se encuentran los sistemas de Planificación de Recursos Empresariales, cuyas siglas son ERP (Enterprise Resource Planning). Entre las ventajas de un ERP están la capacidad de soportar cualquier tipo de estructura organizativa, mejora de los procesos administrativos, unificación del entorno tecnológico y mejora de eficiencia en las operaciones dirigidas al cliente.

Uno de los productos de software más avanzados en el área de gestión empresarial es el SAP R/3. SAP, como empresa, fue fundada en 1972 por cinco ex – ingenieros de IBM, sacando al mercado su primer paquete de software financiero llamado R/1, donde la “R” hace referencia al procesamiento de datos en tiempo real. En 1979 aparece R/2, con base de datos IBM. En los 80, SAP R/2 se amplía para ser multilenguaje y multi-moneda. El rápido crecimiento lleva al lanzamiento multinacional, y la compañía pasa a denominarse SAP AG. En los 90 se presenta al mercado SAP R/3, arquitectura cliente-servidor de tres capas, con los módulos funcionales altamente integrados.

Con el siglo XXI y el acceso a Internet, aparece la gama de productos mysap.com, cuya plataforma de integración y aplicación, SAP Netweaver, provee soluciones de un extremo a otro de los procesos de negocio. El potencial y la versatilidad de SAP R/3 residen en las herramientas que proporciona para adaptar el sistema estándar. Este tipo de adaptaciones principalmente se realizan de tres modos: a través del desarrollo de aplicaciones en ABAP, parametrizando los valores fijos del sistema o modificando el flujo de los programas estándar usando entradas que proporciona el producto.

Se han realizado trabajos de investigación sobre la implementación de diversos módulos de SAP. En este trabajo nos centraremos en el módulo de Mantenimiento (PM).

Jeremías Mella (2002) desarrolló una investigación en la cual planteó un plan de un proceso de mantenimiento aplicando el módulo de mantenimiento de SAP, la cual organiza una planta en tres áreas para identificar rápidamente a los equipos y máquinas, permitiendo asignar recursos y controlar su mantenimiento de manera ordenada.

Jorge López (2011) en su proyecto enfocado en la implementación del módulo de mantenimiento para un laboratorio farmacéutico logró tener un registro adecuado y una administración de las operaciones de mantenimiento a través del sistema y de esta forma tener soporte de dichas actividades y reportes de las mismas.

1.2 Definición o formulación del problema

El problema que presenta una empresa dentro del área de mantenimiento es la necesidad de llevar a cabo un control ordenado y programado de los mantenimientos realizados y por realizar; además de ello, en cada mantenimiento es necesario saber qué repuestos y recursos se emplearán para la realización del mismo. Las consecuencias más comunes ocurridas por la imprecisión o falta de éstos, son la falta de información histórica referente a los mantenimientos de los equipos, mantenimientos realizados a destiempo, paradas de producción inesperadas y; por consiguiente, costos elevados para la empresa.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

El objetivo general de este trabajo es desarrollar e implementar el módulo de mantenimiento de SAP, utilizando la metodología ASAP para desarrollar la solución.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Definir el plan del proyecto.
- Definir los procesos de negocio.
- Analizar y configurar los procesos de negocio definidos.
- Implementar los complementos asociados a los procesos de negocio.

1.4 Justificación

La empresa XYZ ve la necesidad de mejorar sus sistemas y optimizar los procesos y controles internos en cada área de negocio, para lo cual opta por implementar SAP ERP, inicialmente, los módulos Finanzas (FI), Controlling (CO), Recursos Humanos (HR) y Gestión de Materiales (MM).

Al transcurrir dos años de la implementación de SAP ERP, se observó que se cumplieron con las expectativas que se tenían; por consiguiente, la empresa decide continuar con la implementación del módulo Mantenimiento de Planta (PM), el cual ayuda a gestionar y controlar el consumo de repuestos y recursos utilizados en cada mantenimiento.

Se justifica entonces la implementación del módulo de Mantenimiento de Planta; ya que, con la reingeniería de procesos que trae consigo, se mejorarán los procesos y métodos que son utilizados en la actualidad, considerándose un gran paso debido a que SAP trae consigo las mejores prácticas internacionales.

1.5 Alcance:

- La investigación está enfocada a empresas del rubro de fabricación de cemento, orientada a consultores, asesores y analistas que deseen implementar el módulo de mantenimiento de SAP.

1.6 Organización de la tesina

En el capítulo 2 describimos el marco teórico, el cual contiene conceptos respecto a ERP, SAP, el módulo de mantenimiento de SAP y sobre la metodología ASAP. El capítulo 3 trata sobre el estado del arte metodológico, en el cual se comentarán soluciones realizadas implementando SAP. En el capítulo 4 se detalla la solución implementada para el problema planteado. El último capítulo trata sobre conclusiones y recomendaciones con respecto al trabajo realizado.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 ERP

2.1.1 Definición de ERP

Muchas son las definiciones que se han dado a los largo de estos 50 años de historia que tienen los sistemas de gestión empresarial, por citar algunas de las más importantes:

Davenport (1998) define un sistema ERP como “un sistema ERP es un paquete de software comercial que promete la integración sin costuras de toda la información que fluye a través de la compañía: información financiera y contable, información de recursos humanos, información de la cadena de abastecimiento e información de clientes”.

Según **Esteves y Pastor (1999)** “un sistema ERP está compuesto por varios módulos, tales como, recursos humanos, ventas, finanzas y producción, que posibilitan la integración de datos a través de procesos de negocios incrustados. Estos paquetes de software pueden ser configurados para responder a las específicas necesidades de cada organización”.

Según **Kumar y Van Hillsgrersberg (2000)** “los sistemas ERP son paquetes de sistemas de información configurables que integran información y procesos basados en información, dentro y entre las áreas funcionales de una organización”.

Para los autores **Markus, Axline, Petrie y Tanis (2000)** un sistema de gestión ERP “es un paquete de software comercial que posibilita la integración de datos transaccionales y de los procesos de negocio a través de una organización”.

Lee (2000) define un ERP como “un paquete de software integrado de uso empresarial. En el ERP todas las funciones necesarias del negocio, tales como finanzas, manufactura, recursos humanos, distribución y ordenes, se integran firmemente en un único sistema con una base de datos compartida”.

Los sistemas ERP están diseñados para incrementar la eficiencia en las operaciones de la compañía que lo utilice, además tiene la capacidad de adaptarse a las necesidades particulares de cada negocio y si se aprovecha al máximo el trabajo de consultoría durante la implantación permite mejorar los procesos actuales de trabajo. Si el cliente desea organizarse mejor estos sistemas son un aliado excelente ya que le permitirá aumentar la productividad de la compañía en forma considerable. (Fig. N° 1)



Figura N° 1. Sistema ERP.¹

Según **Antonio Aguilar Sánchez (2009)**, los objetivos principales de los sistemas ERP son:

- Optimización de los procesos empresariales.
- Acceso a toda la información de forma confiable, precisa y oportuna (integridad de datos).
- La posibilidad de compartir información entre todos los componentes de la organización.
- Eliminación de datos y operaciones innecesarias de reingeniería.

El propósito fundamental de un ERP es otorgar apoyo a los clientes del negocio, tiempos rápidos de respuesta a sus problemas, así como un eficiente manejo de información que permita la toma oportuna de decisiones y disminución de los costos totales de operación.

2.1.2 La evolución de sistemas ERP

2.1.2.1 Antecedentes

Según **Androgeni, Casadesús y Zamanillo (2005)**, los primeros computadores fueron fruto de grandes proyectos de desarrollo tecnológico desarrollados durante la segunda guerra mundial para cubrir necesidades de cálculo militares (generación de tablas balísticas, investigación de los procesos de fisión nuclear, etc.). Estas primeras máquinas eran demasiado caras para ser utilizadas en la industria, pero generación tras generación

¹ Recuperado de: <http://mind42.com/public/a06224c0-a9c1-46a9-a87e-45498cc7ce9f>

de computadoras, la tecnología fue mejorando, aumentando la velocidad y capacidad de cálculo y disminuyendo los costes como en ningún otro sector industrial.

En la década de los 50 los ordenadores comienzan a expandirse por las universidades y ya en 1955 se crea la asociación SHARE (Society to Help Allieve Redundant Effort, primer grupo de usuarios de ordenadores) para compartir conocimientos y evitar en la medida de lo posible labores redundantes (Computer Society, 2003). A finales de esta década, los ordenadores para uso industrial comienzan utilizarse en el entorno empresarial (Software History Center, 2003).

Van surgiendo los primeros intentos de aplicar la tecnología a la problemática de gestión de materiales y en 1959 Bosch desarrolla una aplicación que puede considerarse la primera aproximación a lo que posteriormente se conoció como Material Requirement Planning (MRP) o Planificación de Necesidades de Materiales.

A comienzos de los 60 se fundan numerosas empresas dedicadas al desarrollo de software. En esta época, la práctica habitual es incluir el software básico gratis con la venta del hardware, teniendo que contratar desarrollos a medida para cubrir cualquier otra necesidad. De todas formas, se empiezan a crear las primeras librerías de utilidades, en las que se pueden conseguir ciertas aplicaciones gratuitamente.

El concepto de software como producto comienza a considerarse viable comercialmente y en 1967, la compañía International Computer Programs, Inc. (ICP) crea el primer catálogo de software con 49 aplicaciones (Software History Center, 2003). Como fecha significativa, cabe citar que IBM anuncia que a partir del uno de enero de 1970 ciertos paquetes de software iban a comenzar a venderse por separado, dando por finalizada la era en la que el software se consideraba un derecho ilimitado inherente a la compra del hardware.

Sin embargo, en la actualidad dentro de los sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP) surgen productos que son enfocados específicamente de acuerdo a los negocios de cada compañía comprometidas ya sean en la producción de bienes o servicios. Por lo que un sistema de planificación de recursos empresariales constituye la base del desarrollo de los sistemas especializados de gestión.

2.1.2.2 Primera Etapa: La gestión informatizada de las listas de materiales (BOM)

Las prácticas de gestión utilizadas en los años 60, se basaban en los modelos tradicionales de punto de pedido y lote económico de compra. La disponibilidad comercial de computadoras propició el inicio de una nueva era del procesamiento de la información de negocios, con un impacto profundo de las nuevas tecnologías en la dirección de operaciones. Hasta la llegada de la computadora, estas funciones constituían un problema crónico e intratable para todas aquellas empresas que se dedican a la fabricación de productos que requieren múltiples etapas en su proceso de transformación. Las soluciones conocidas y disponibles eran imperfectas, parciales y generalmente insatisfactorias desde el punto de vista de gestión. Las primeras aplicaciones informáticas, hacia 1960, orientadas a la gestión de inventarios, representaron el comienzo de la ruptura con la tradición.

La disponibilidad de computadoras, capaces de manejar un gran volumen de información a velocidades previamente inimaginables, supuso la eliminación de las fuertes restricciones relacionadas con el procesamiento de la información y la súbita obsolescencia de muchos métodos y técnicas desarrollados en base a estas restricciones. Los planteamientos tradicionales en los días previos a las computadoras, no podían ir más allá de los límites impuestos por las herramientas. Debido a esto, casi todas aquellas técnicas eran imperfectas. Funcionaban a modo de muleta e incorporaban métodos aproximados, a menudo basados en asunciones poco realistas, otras veces forzando la aplicación de conceptos a la realidad para poder utilizar las técnicas.

El salto cualitativo, en esta área, radica en el simple hecho de que una vez que se dispone de un ordenador, el uso de dichos métodos y sistemas ya no es obligatorio. Es posible evitar, revisar o descartar las técnicas previas e instaurar nuevas que hasta el momento había sido imposible utilizar. Analizando los casos de las compañías pioneras en la gestión computarizada de inventarios (años 60), puede verse que los mejores resultados no fueron obtenidos por aquellos que eligieron mejorar, refinar y acelerar las técnicas existentes, sino por aquellos que plantearon una completa revisión de sus sistemas. En este contexto, surgen los primeros sistemas que tratan la gestión de demanda dependiente, es decir, la gestión de productos cuya descomposición implica que la cantidad demandada de un componente depende de las cantidades demandadas de todos los productos finales en los que toma parte. Estos primeros intentos, basados en iniciativas de empresas individuales y con las carencias propias de la falta de experiencia previa y por lo tanto la inexistencia de metodologías estandarizadas, son catalogadas hoy en día bajo la denominación de gestores de listas de materiales o gestores del BOM (Bill Of Materials).

En el área de gestión de inventario industrial, las innovaciones más exitosas están englobadas en lo que se ha dado a conocer como sistemas MRP (Material Requirements Planning o Planificación de Necesidades de Materiales).

2.1.2.3 La Gestión de Necesidades de Material: MRP

Según la definición de Orlicky (considerado como el padre del MRP moderno), el MRP consiste en una serie de procedimientos, reglas de decisión y registros diseñados para convertir el Programa Maestro de Producción en Necesidades Netas para cada Periodo de Planificación. El objetivo con el que se desarrolló la metodología MRP, fue sustituir los sistemas de información tradicionales de planificación y control de la producción (**Cooper y Zmumd, 1990**).

Las dos hipótesis de base de los sistemas MRP son las siguientes (Orlicky 1975; Buffa y Miller, 1979):

- La planificación y el control de la producción no dependen de los procesos.
- Los productos terminados son determinísticos.

Es decir, el sistema MRP está construido alrededor del BOM y su validez depende de la exactitud del mismo (Chung y Zinder, 2000). Según George Plossl, uno de los padres del MRP, «el MRP calcula qué necesito, lo compara con lo que tengo y calcula qué voy a necesitar y cuándo». Este es el verdadero avance del MRP I: por primera vez la

planificación de necesidades de materiales es capaz de dar respuesta al CUÁNDO (**Ptack y Schragenheim, 2000**).

Debido a las limitaciones de capacidad de cálculo de los ordenadores de la época, la metodología MRP I asume ciertas simplificaciones. Para realizar estos cálculos, los órdenes se planifican sobre la última fecha posible para así minimizar el stock. Este método de programación hacia atrás provoca que al no disponer de tiempos de sobra, todas las actividades forman parte del camino crítico. Así pues, al no disponer de margen para recuperar el tiempo perdido, cualquier retraso o problema causa inevitablemente un retraso en la entrega al cliente. Esta limitación del sistema condujo a definir tiempos de entrega holgados para prevenir los efectos negativos de los pequeños problemas ocasionales.

En la figura N° 2 se muestra el diagrama de definición del sistema ERP según **Joseph A. Orlicky (1975)**.

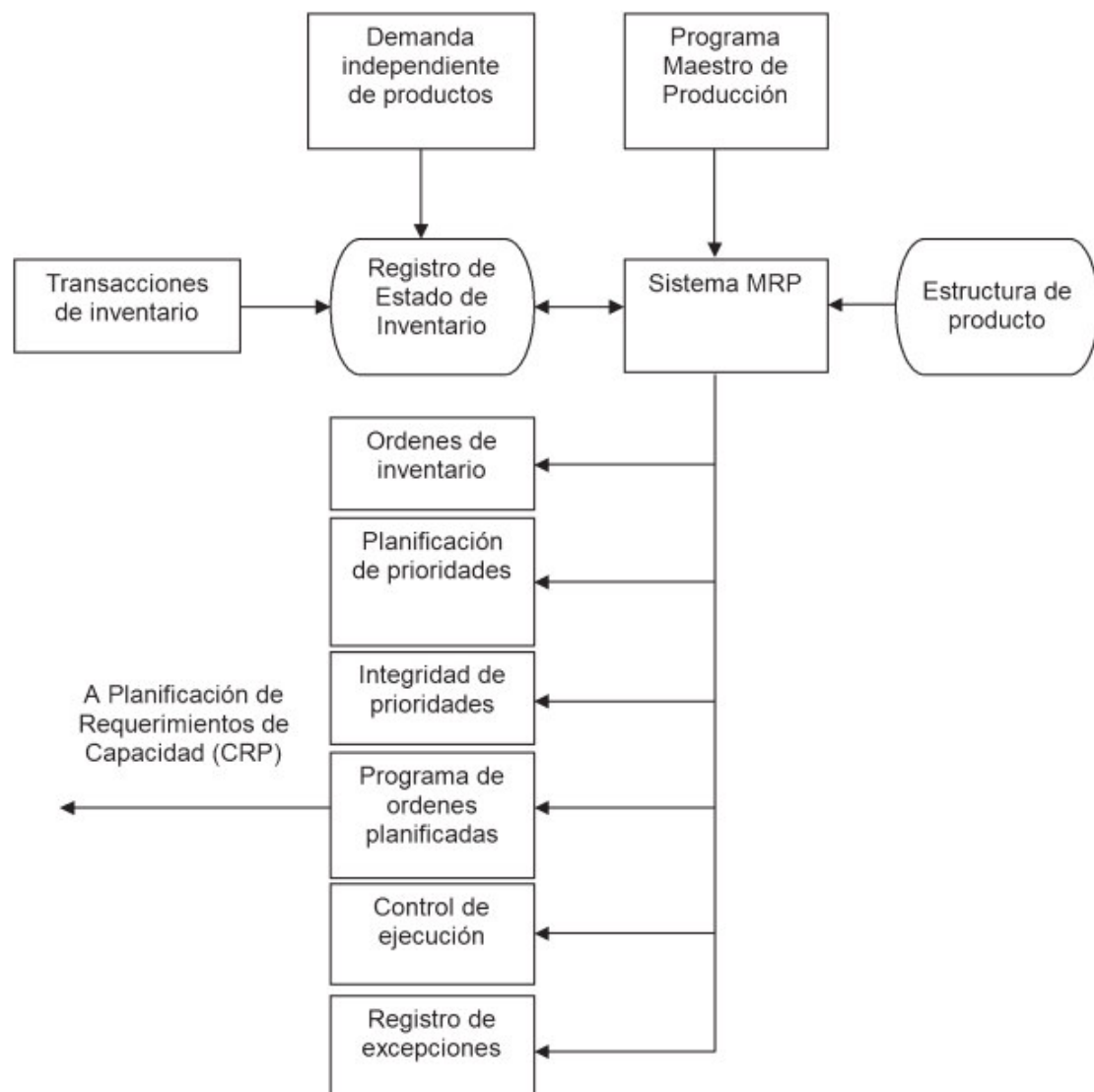


Figura N° 2. Diagrama de definición del MRP. **Orlicky (1975)**.

2.1.2.4 El MRP a Ciclo Cerrado: La Gestión de Cargas y Capacidades

Una vez asumidos los conceptos propuestos por la metodología MRP I, resulta evidente que no es sólo necesario calcular los lanzamientos con una antelación más o menos holgada. También es necesario calcular si se dispone de suficiente capacidad para realizar la tarea planificada. La idea básica es cerrar el ciclo de planificación con una comparación entre la carga de trabajo propuesta para un periodo y la capacidad productiva de los recursos involucrados en los procesos, de modo que el nuevo sistema recibió el nombre de “MRP a ciclo cerrado”. La figura N° 3 muestra un esquema del concepto.

Gracias a la introducción de los cálculos de las cargas de trabajo por máquina o por centro de trabajo, fue posible prever con la suficiente antelación conflictos de exceso de trabajo, de modo que la planificación pasó a ser una labor proactiva, consistente en alisar los excesos de carga de trabajo, adelantando para ello la cantidad mínima de pedidos necesaria. El ciclo cerrado supuso un gran paso adelante en el proceso de planificación de necesidades de materiales y de recursos.

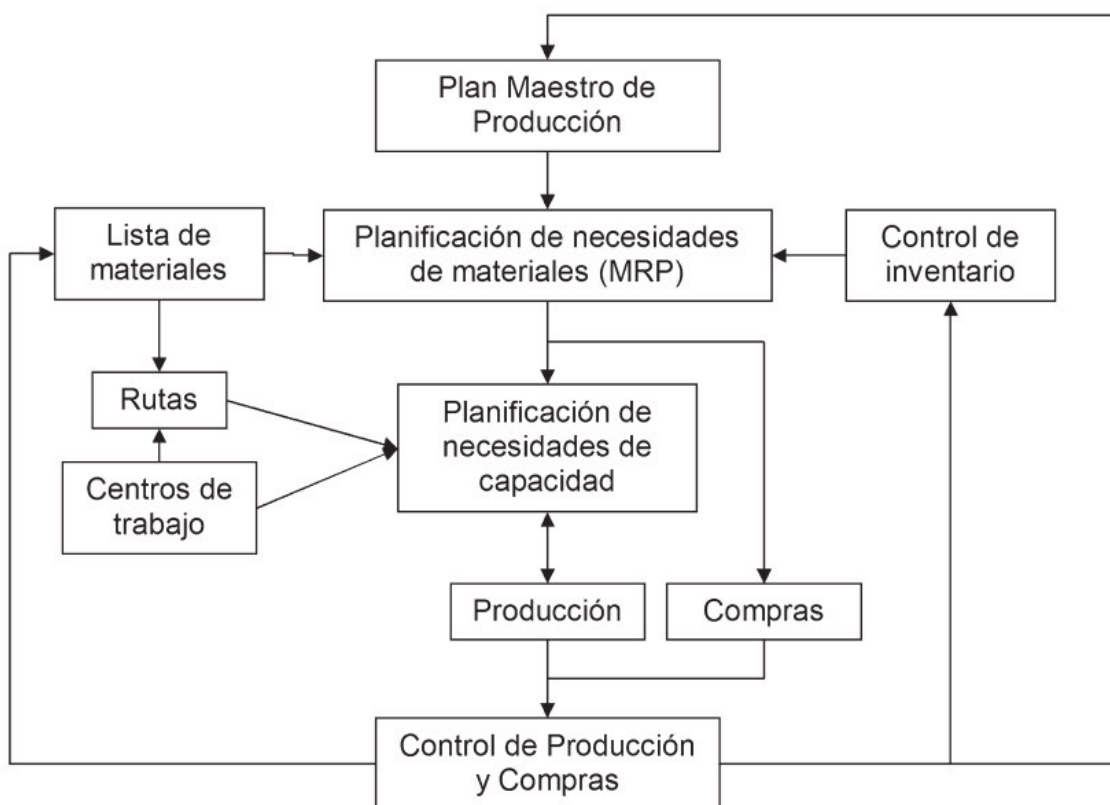


Figura N° 3. MRP a ciclo cerrado. Delgado y Marín (2000).

2.1.2.5 El MRP II: La Gestión de Recursos de Fabricación

Tras integrar compras con fabricación, el siguiente paso fue integrar la información financiera. La gestión de materiales tiene una vertiente puramente logística, es decir, la mera necesidad de disponer del material suficiente en el momento apropiado para realizar una tarea. Este mismo material, sin embargo, supone un nuevo activo en el balance de la empresa y una deuda pendiente con el proveedor. Tirando del mismo hilo lógico de

razonamiento, el resultado de la planificación del taller se convierte en el trabajo realizado por los operarios y los recursos productivos, por lo que las horas de trabajo empleadas en la transformación de las piezas suponen un coste que puede ser directamente imputado al material en curso. Estas mismas tareas implican la disminución de los stocks de materias primas y el aumento de productos terminados, por lo que el capítulo de existencias de contabilidad de la empresa debe variar a medida que se procesan las órdenes de trabajo.

Este concepto de sistema de información que integre producción inventario y finanzas, fue bautizado por Ollie Wight como MRP II, siendo las siglas las mismas que en el caso de su antecesor (el MRP I) pero cambiando las palabras Material Requirement Planning por Manufacturing Resource Planning (**Ptack y Schragenheim, 2000**).

En esta familia de aplicaciones, se realizaron intentos de automatizar la toma de decisiones de modo que los conflictos carga-capacidad fueran resueltos por el ordenador en base a una serie de criterios pre-establecidos. Este tipo de enfoques, en los que se propugna la “toma automática de decisiones” por el sistema, ha provocado en ocasiones el rechazo a los sistemas MRP como consecuencia de lo que se conoce como “nerviosismo del MRP”: una excesiva sensibilidad en las acciones a emprender o modificar ante cualquier pequeño cambio en las condiciones de contorno (**Delgado y Marín, 2000**).

Por esta razón los sistemas MRP II han estado orientados principalmente a la identificación de los problemas de capacidad que presenta un plan de producción, fundamentalmente mediante la presentación gráfica de la disponibilidad de recursos y el consumo planificado, de forma que el planificador pueda llevar a cabo con facilidad las modificaciones oportunas. Para facilitar, no sólo la ejecución de medidas correctoras, sino la evaluación conjunta de diferentes acciones y su comparación con otras alternativas, los sistemas MRP II suelen ofrecer la posibilidad de analizar diferentes escenarios, respondiendo a preguntas del tipo “qué pasa si...”. Posteriormente, puede hacerse efectivo el plan de producción que resulte más satisfactorio entre todos los planteados.

De todos modos, no existen grandes diferencias conceptuales entre el MRP II y el MRP a ciclo cerrado. Más que diferencias, puede decirse que se trata de evoluciones y mejoras en aspectos como la información tratada, las herramientas informáticas disponibles y la mayor divulgación de las buenas prácticas empresariales. En este terreno debe mencionarse la labor de divulgación realizada por la APICS (American Production and Inventory Control Society). Durante los años 70 y 80, esta asociación llevó a cabo la denominada “Cruzada del MRP”, con el objetivo promover el cambio de los modelos de gestión de materiales en las empresas.

El diccionario de la APICS define el MRP II como «un método para la planificación efectiva de todos los recursos de una compañía de fabricación». La necesidad de este tipo de herramientas se vio reforzada por la evolución en las exigencias del mercado, debido a la creciente importancia del plazo de entrega y de la amplitud de gama como factores competitivos. En este escenario, las compañías se vieron obligadas a replantear sus sistemas productivos y a implantar modelos de fabricación “Just in Time”. Atrás quedaba el modelo de mejora tradicional basado en la automatización de procesos. En los años 40 y 50 entre un 40% y un 60% de los costes empresariales estaban relacionados con la mano de obra; a principios de los 90 muchas compañías se encontraron con una situación en la que los costes de materiales suponían entre un 60% y un 70% de sus costes, mientras que el coste de mano de obra bajaba a un 10 o un 20% (**Ptack y Schragenheim, 2000**).

2.1.2.6 ERP: Planificación de Recursos de Empresa

La creciente importancia del plazo de entrega tuvo implicaciones más allá del departamento de producción. La departamentalización de las organizaciones supuso uno de los mayores obstáculos para lograr el servicio y los tiempos de respuesta reclamados por los clientes. Un sistema de información común a los diferentes departamentos de la empresa se convirtió en un requisito indispensable para dar respuestas coordinadas.

A diferencia de la evolución de conceptos tratada hasta el momento, el salto del concepto de MRP II al concepto de ERP no es una mera ampliación de las áreas departamentales cubiertas. Se trata de establecer un sistema de información que funcione como columna vertebral de las decisiones tomadas en la empresa. Según **Delgado y Marín (2000)**, una de las principales claves para entender la expansión de los sistemas integrados es la difusión de la cultura RP (Resource Planning) en la empresa, es decir, la cultura de trabajo en base a una planificación de las necesidades de recursos previa y un control de la evolución del consumo de recursos.

Otro aspecto en el que inciden las aplicaciones ERP es la gestión por procesos. En la medida que el sistema de información es la plataforma desde la que se gestiona el proceso, el sistema de información es también quien define cómo debe ser dicho proceso (qué información debe introducirse, que personas deben ser informadas, qué orden lógico debe seguirse, etc.). En cierta medida, el sistema de información puede ser la mejor herramienta para modificar un proceso y para introducir mejoras en el mismo.

Así pues, la filosofía de base de los ERPs es la de ser el soporte de gestión de la empresa en su conjunto y no simplemente la extensión del modelo de gestión de la producción a otros departamentos. La mejor prueba de esto es que las aplicaciones ERP ya no sólo están destinadas a compañías en las que la fabricación es el punto fuerte, sino que han sido implantadas en todo tipo de empresas.

2.1.2.7 ERP II: La Gestión de la Cadena de Suministros

U La evolución de los ERP recibe el nombre de ERP II (**Bond et al. 2000**). La principal característica de los ERP II frente a los ERP, es la diferencia de los procesos que contemplan y su naturaleza. En el caso del ERP, se consideran los procesos internos dentro de la organización, frente al modelo del ERP II en el que la empresa interactúa con su entorno (e-business) y se generan modelos de “integración virtual” de cadenas de valor de todos los “players” (jugadores) del ecosistema empresarial.

Actualmente, las empresas no solo necesitan poder gestionar sus procesos internos, lo que se entiende como el “back-office”, sino que cada vez es más necesario cubrir necesidades de conectividad con clientes, proveedores, empleados, etc. Son las necesidades que deben cubrir tanto las grandes empresas como las PYMES del Siglo XXI.

Por ello, se habla de la siguiente etapa en la evolución de los sistemas de información integrados de gestión. Este nuevo concepto, se ha llamado generalmente ERP II (**Bond et al. 2000**), aunque ha recibido también otros nombres, como ERP extendido, o en algún caso e-RP, que engloba conceptos relativos a la interconectividad entre empresas.

Las empresas han sufrido una transformación, dejando de ser organizaciones verticalmente integradas, orientadas a optimizar los procesos internos. El nuevo objetivo es la agilidad y el posicionamiento óptimo en la cadena de suministro (SCM) y la cadena de valor. Un aspecto principal de este posicionamiento envuelve aspectos no solo relativos al comercio electrónico (B2B y B2C), sino a los procesos relacionados con el comercio colaborativo (C-Commerce).

Como C-Commerce se entienden todas aquellas interacciones, que tienen lugar de manera electrónica, entre el personal interno de una empresa, los colaboradores y los clientes de una determinada comunidad de comercio. Esta comunidad de comercio puede ser una industria, un segmento industrial, una cadena de suministro o un segmento de una cadena de suministro.

Todas estas funcionalidades son las que no contemplaban los ERP “tradicionales”, y que sí que contemplan los ERP II (**Weston Jr. 2003**).

El papel del ERP II se extiende de la optimización de los recursos y los procesos (contemplados por los ERP tradicionales) hasta impulsar el intercambio de información entre empresas, posibilitando la colaboración entre ellas, y no entendiendo el comercio electrónico únicamente como compras y ventas.

Por otro lado, el dominio típico del ERP II deja de ser el de empresas manufactureras y de distribución, incluyendo empresas no manufactureras. Las funciones o capacidades del ERP II se extienden no solo a áreas como producción, ventas, finanzas o distribución, sino que engloban aspectos característicos de cada sector industrial o industria en particular.

Las arquitecturas monolíticas de los ERP tradicionales sufren una transformación radical, pasando a ser totalmente abiertas y basadas en Internet. El tratamiento de datos en estas arquitecturas deja, evidentemente, de ser interno a la empresa, y se extiende a lo largo de toda la comunidad de comercio.

Tanto para los usuarios como para los fabricantes, esta evolución ofrece grandes oportunidades, pero la transformación no es sencilla. Sin embargo, esta transformación proporcionará mayor funcionalidad a las empresas, además de capacitarlas para el c-commerce.

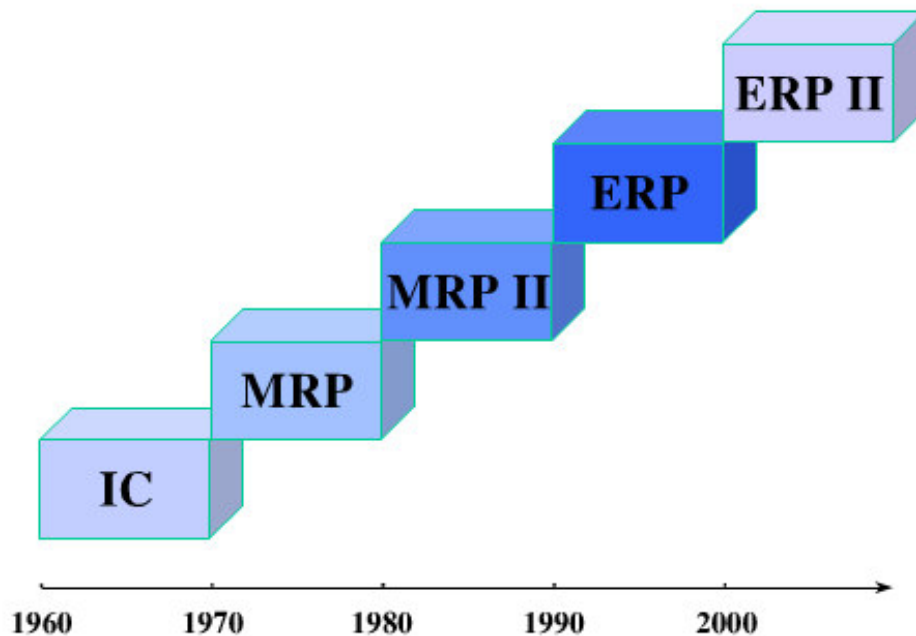


Figura N° 4. Evolución de los ERP.²

2.1.3 Características de los ERP

Las características que distinguen a un ERP de cualquier otro software empresarial, es que deben de ser sistemas integrales, con modularidad y adaptables:

a) Flexibilidad

Un sistema ERP es flexible de tal manera que responde a las constantes transformaciones de las empresas. La tecnología cliente/servidor permite al sistema ERP operar sobre diferentes bases de datos por las conexiones de bases de datos abiertas, pues es muy probable que el mismo producto migre de un área de producción para otra durante el ciclo total de producción.

b) Modulares

Los ERP entienden que una empresa es un conjunto de departamentos que se encuentran interrelacionados por la información que comparten y que se genera a partir de sus procesos. Una ventaja de los ERP, tanto económica como técnica es que la funcionalidad se encuentra dividida en módulos, los cuales pueden instalarse de acuerdo con los requerimientos del cliente. Ejemplo: ventas, materiales, finanzas, control de almacén, recursos humanos, etc.

² Recuperado de <http://what-when-how.com/information-science-and-technology/evolution-of-erp-systems/>

Adaptables

Los ERP están creados para adaptarse a la idiosincrasia de cada empresa. Esto se logra por medio de la configuración o parametrización de los procesos de acuerdo con las salidas que se necesiten de cada uno. Por ejemplo, para controlar inventarios, es posible que una empresa necesite manejar la partición de lotes pero otra empresa no. Los ERP más avanzados suelen incorporar herramientas de programación de 4ª Generación para el desarrollo rápido de nuevos procesos. La parametrización es el valor añadido fundamental que debe contar cualquier ERP para adaptarlo a las necesidades concretas de cada empresa.

2.1.4 Ventajas y Desventajas

Implementar un sistema de gestión ERP es un paso complicado para las organizaciones que lo van a realizar por primera vez. Antes de llevar a cabo la implementación las personas encargadas deben valorar una serie de ventajas e inconvenientes de este tipo de gestiones que de manera que a groso modo podemos observar algunas de estas en la siguiente lista.

Ventajas:

- Integración de toda la información de la empresa en una base de datos centralizada.
- Gestión en tiempo real de la información para la toma de decisiones.
- Mayor poder de control sobre la organización.
- Minimiza el tiempo de análisis de la información.
- Optimización de los tiempos de producción y entregas.
- Disminución de costes.
- Evita duplicidad de la información.
- Módulos configurables acorde a las necesidades de cada organización.
- Interfaz amigable e intuitiva.
- Puede ser una ventaja competitiva.

Desventajas

- Costosos a primera vista.
- Tiempo elevado para llevar a cabo su implementación.
- Adquisición de software y en muchos casos de hardware.
- No existen demasiados expertos en ERP.
- Algunos sistemas ERP pueden ser complicados de usar.

2.2 SAP ERP

2.2.1 ¿Qué es SAP?

SAP son siglas que significan Systems, Applications, Products in Data Processing (Sistemas, Aplicaciones y Productos para el procesamiento de datos). SAP ERP es un producto de la empresa multinacional alemana SAP AG, el cual es un ERP que combina muchísimas áreas de la organización entre sí formando así un todo integrado que posibilita la comunicación e interacción de los datos, procesando así grandes cantidades de datos y obteniendo información útil para la toma de decisiones.

2.2.2 Arquitectura

Francisco Tomé Calderón (2009), explica la arquitectura de SAP ERP, la cual consiste básicamente en una arquitectura cliente/servidor, distribuida en tres capas, y multi-aplicación. Las tres capas la forman el gestor de BBDD, los servidores o instancias de aplicación, y el nivel de presentación o interfaz de usuario, tal y como se puede observar en la Figura 5.

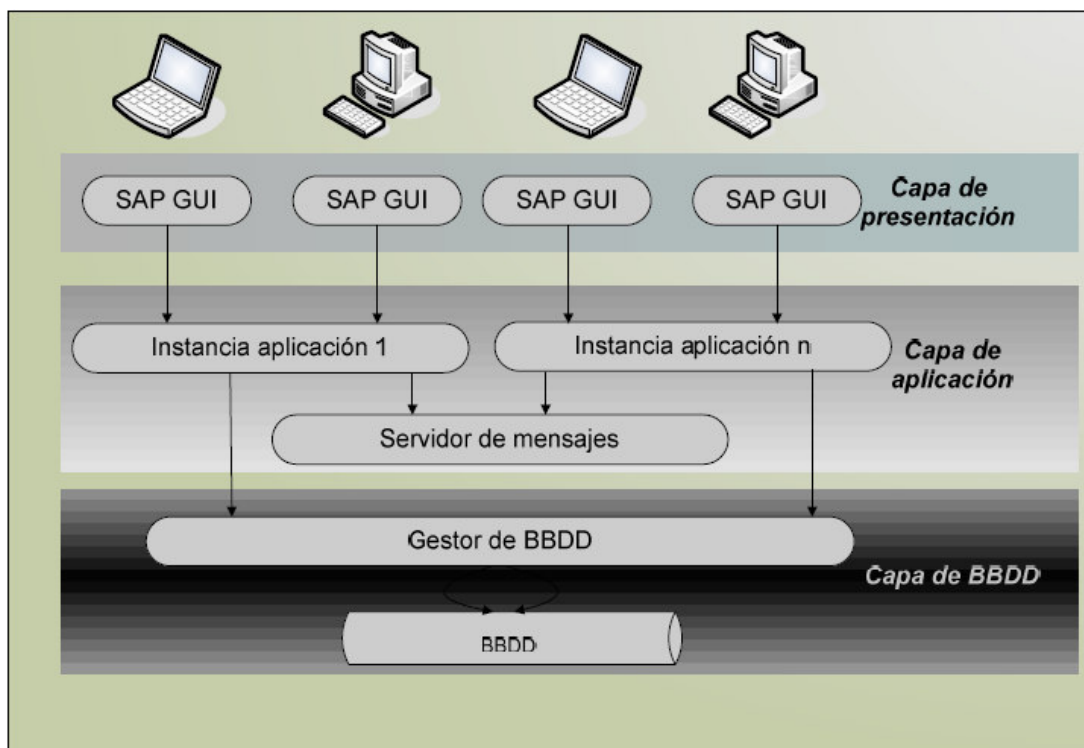


Figura N° 5. Arquitectura cliente/servidor tres capas SAP. **Tomé Calderón (2009)**.

En el primer nivel, se pueden observar la capa de presentación. Varios clientes conectados desde diferentes sedes y con diferente software al mismo servidor. Este interfaz puede ser el cliente estándar de SAP, conocido como SAP GUI, o bien un explorador de internet, gracias a la tecnología ITS. Lo más común es conectarse a través del cliente estándar, un navegador muy sui generis que se verá en profundidad más adelante.

El concepto multi aplicación hace referencia, como se puede ver en la figura 3, a que diversas instancias de aplicación pueden estar corriendo a la vez en la capa de aplicaciones. Esto es útil para balancear la carga y para distribuir el tipo de procesos entre diversos servidores de aplicación, entre otras cosas. Los tipos de procesos más comunes en SAP son: background, diálogo u online, y actualización. Se puede configurar su número y distribución.

En el nivel más bajo está la capa de datos, compuesta por el gestor de BBDD y la propia BBDD. Se puede administrar directamente desde el sistema SAP o desde las herramientas del gestor determinado, y puede estar alojada en el mismo servidor que las instancias de aplicación o en otros.

Una de las principales claves del éxito de SAP es la estrategia de utilizar soluciones abiertas, esto es, la aplicación puede ejecutarse en diversas plataformas, sistemas operativos, bases de datos, las comunicaciones de intercambio de datos se basan en estándares. Puede ejecutarse en cualquier sistema UNIX, en cualquier sistema Windows, AS/400, Linux. La BBDD puede ser Oracle, Informix, SQL, mySQL, DB2.

El SAP ERP es un sistema de información, integrado, organizado en módulos, configurable y que evoluciona con el tiempo. Está constituido por un conjunto de normas estándares, en el área de software de negocios, y ofrece soluciones para las necesidades de información de una empresa. El software está organizado en los 12 módulos: Finanzas (FI), Control (CO), Activos Fijos (AM), Proyectos (PS), Comunicaciones (OC), Soluciones Industriales (IS) Recursos Humanos (HR), Mantenimiento (PM), Calidad (QM), Planificación de la Producción (PP), Gestión de Materiales (MM) y Ventas y Distribución (SD), los cuales se ilustran en la Figura 6.

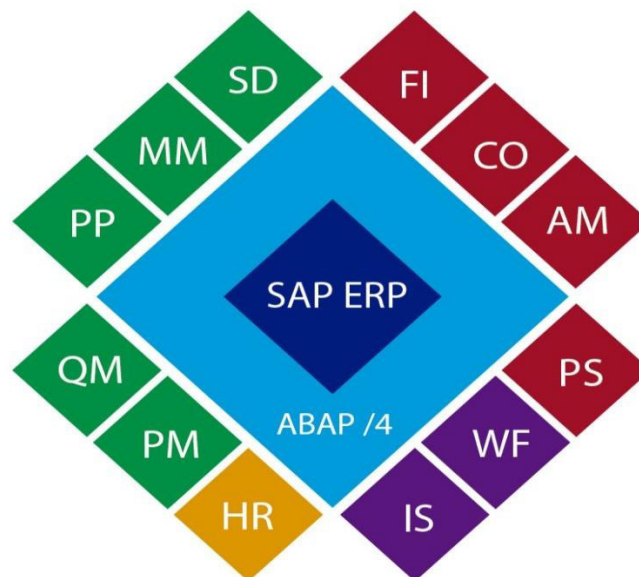


Figura N° 6. Esquema de los módulos en bloque del sistema SAP ERP.³

³ Recuperado de <http://www.sap-erp.com/general/sap-module-overview.html>

2.2.3 Módulos funcionales

Tomé Calderón (2009) indica que las aplicaciones clásicas de SAP ERP están categorizadas de forma general en tres grandes áreas funcionales: finanzas, logística y recursos humanos. Aparte, SAP desarrolla día a día soluciones especiales para determinados segmentos de la industria, a nivel vertical. Estos paquetes se denominan SAP Solutions for Industries. Estas grandes áreas funcionales incluyen cientos de procesos de negocio, a fin de poder cubrir todas las necesidades actuales de negocio. Existen muchos módulos dentro de estas áreas que funcionan perfectamente cuando se implantan como solución stand-alone. Por ejemplo, una compañía puede decidir implantar sólo el módulo de finanzas y control de costes.

A continuación, se hará una breve descripción de los principales módulos.

2.2.3.1 Módulos Financieros

Los módulos financieros de SAP otorgan al cliente una fotografía general de todas las funciones contables, con múltiples utilidades de reporting para facilitar la toma de decisiones.

Estas funciones están pensadas para dar soporte a corporaciones internacionales con múltiples sedes, monedas e idiomas de trabajo.

Los siguientes módulos son los más importantes del área financiera:

- **FI:** Contabilidad Financiera.
- **CO:** Controlling.
- **TR:** Tesorería.
- **RS:** Real Estate (Gestión de propiedades, alquileres...)

Dentro de FI, existen los siguientes módulos que constituyen los aspectos generales de la información contable y financiera para la empresa. Se conectan e integran con los módulos de CO y TR, así como las transacciones de algunos de ellos enlazan directamente con compras/ventas, como la contabilidad de acreedores/deudores:

- **FI-AA:** Contabilidad Activos Fijos. Todas las operaciones concernientes a la gestión del inmovilizado: altas, liquidaciones, traspasos, ventas... Incluye informes estándar muy potentes.
- **FI-AP:** Contabilidad Proveedores. Todo lo concerniente al trabajo contable con los proveedores, mantenimiento, gestión de facturas de compras (sin pedido) Enlaza con el módulo de compras (MM)
- **FI-AR:** Contabilidad deudores. Como en el punto anterior, pero en lo referente a deudores. Enlaza directamente con el módulo de ventas.
- **FI-GL:** Contabilidad General. Operaciones contables en el libro mayor: mantenimiento del Plan Contable, apuntes contables, listados financieros tipo balances, bancos...
- **FI-SL:** Special Ledger. Contabilidad especial. En determinadas ocasiones, las características de la empresa hacen que la contabilidad estándar no cubra las necesidades. Para ello existe este módulo, que permite ampliar la contabilidad

hasta donde quiera el cliente. Ejemplo: empresa de seguros que decide que todos sus movimientos contables hagan referencia a un ramo.

Dentro de CO, los módulos representan la estructura de costes de la compañía y los factores que los influyen. Aquí se incluyen áreas como control de coste, de producto, de producción, y análisis de beneficios. Realmente, se intenta responder a la pregunta: ¿cuánto nos cuesta este producto o servicio? A través de diferentes estrategias de evaluación, con la ayuda de comparaciones comprometido vs. Real, con este módulo el usuario puede fácilmente encontrar puntos débiles de la empresa. Estos son los más importantes:

- **CO-OM-CCA:** Contabilidad de centros de coste. Con este módulo, se define la estructura organizativa de centros de coste de la empresa, con su responsable y su tipo de imputación. Se permite que todas las contabilizaciones deseadas se reflejen en el Centro de Coste requerido, y se definen una serie de informes de costes muy útiles (Report Painter).
- **CO-OM-OPA:** Idéntico al anterior, pero en vez de centros de coste con órdenes de coste, algo más efímero en vida que un centro de coste.
- **CO-PA:** Control y análisis de beneficios. Uno de los módulos más complejos de SAP, a través del cual se definen unos ejes de imputación, tan complejos como desee el cliente, para analizar cualquier tipo de contabilidad que se lleve en la empresa hasta el nivel más bajo requerido. La definición de objetos PA es muy delicada y debe realizarse con los usuarios clave del departamento financiero con la intervención de los directores financieros, ya que a fin de cuentas el reporting de este módulo es para dirección.

2.2.3.2 Recursos Humanos

El módulo de RRHH incluye todos los procesos de negocios necesarios para manejar eficientemente todas las necesidades del departamento de RRHH, desde la contabilidad de nóminas a los viajes de negocio, pasando por el plan de carrera del personal... Como en el resto de módulos SAP, el objetivo es introducir los datos sólo una vez y luego tenerlos disponibles en el resto de aplicativos como contabilidad, planificación, gestión de horarios...

Este módulo y sus procesos de negocio asociados son muy específicos de cada país, por lo que suelen ser necesarios una serie de mejoras o actualizaciones (patches), y además se mantienen diferentes transacciones por cada país.

El módulo de RRHH, a pesar de estar integrado completamente en SAP, tiene otra filosofía de funcionamiento distinta, debido a que su origen no es dentro de SAP. Maneja una serie de estructuras e infotipos muy determinados, de tal modo que el consultor de RRHH suele ser experto en este módulo, pero los consultores funcionales de los demás módulos apenas suelen conocerlos.

Módulo de Logística

Logística es el área más extensa dentro de las aplicaciones SAP, y donde existe el mayor número de módulos. Desde estas aplicaciones logísticas, se gestionan todos los

procesos involucrados en la cadena de aprovisionamiento: desde acopio de materiales hasta la distribución y facturación al cliente final. Contienen procesos de negocio para flexibilizar los sistemas de fabricación ya ayudar a la toma de decisiones. Además estas aplicaciones se integran con la práctica totalidad del resto de aplicaciones SAP, desde los módulos de finanzas y controlling hasta los módulos de recursos humanos.

Se incluyen los siguientes módulos:

- LO: Logística general.
- MM: Gestión de materiales.
- PM: Mantenimiento.
- PP: Producción.
- PS: Gestión de proyectos.
- QM: Gestión de calidad.
- SD: Ventas y distribución.

Las aplicaciones de LO forman la base del sistema logístico en SAP: herramientas e informes para analizar y gestionar el estado de los procesos y hacer predicciones sobre la cadena de aprovisionamiento (Ej.: cuánto, cómo y cuándo habré de comprar para cubrir de forma óptima mis necesidades futuras). Suelen estar integradas dentro del resto de módulos de logística.

El módulo de gestión de materiales MM comprende todas las actividades relacionadas con adquisiciones de material (compras) y control de éste (inventario y almacenes).

La parte de compras incluye un amplio rango de operaciones, gestión de solicitudes de compra, comparación de precios de proveedores, estatus de pedidos, estrategias de liberación de pedidos... El flujo de compras se puede definir a cualquier nivel que decida el usuario, estratificando las diferentes áreas de compras de la compañía con sus diversos grupos de compras. Aquí también se gestiona el maestro de materiales, en paralelo con la parte de ventas, donde se permite guardar una muy amplia información por cada material, desde sus datos maestros (tipo de material, de compra o venta, mercadería o servicio...) a su valoración, etc. También se permite la gestión de diferentes estructuras materiales: listas de materiales, ensamblajes, etc.

El maestro de proveedores, si bien es conjunto con el módulo FI-AP de cuentas a pagar, tiene sus vistas específicas en este módulo. Desde aquí, por ejemplo, se pueden gestionar las facturas de acreedor que vengan acompañadas de pedido.

La gestión de inventario es una gran herramienta de planificación, y ayuda a los usuarios a comparar los materiales pedidos con los realmente recibidos. Se relaciona directamente con la parte de compras y la gestión de calidad. El stock está siempre controlado, ya que cualquier tipo de movimiento queda automáticamente registrado en el

sistema. Los informes de esta parte son muy potentes, ya que permiten estratificar el stock al nivel de profundidad que decida el usuario, incluso gestionar si está bloqueado en almacenes externos.

El listado de componentes del módulo MM con la terminología SAP es el siguiente:

- MM-CBP: Planificación del consumo. Herramientas gráficas muy potentes para el análisis de consumo.
- MM-PUR: Parte de compras.
- MM-SRV: Gestión de servicios de aprovisionamiento de terceros.
- MM-IM: Gestión de inventario.
- MM-IV: Gestión de facturas logísticas.

Adicionalmente, en el módulo MM se incluye un módulo de evaluación de costes muy parecido y que enlaza directamente con CO, y permite entre otras cosas la gestión de los cambios de precio y un libro contable especial de materiales para tener más controlados los costos.

El módulo de mantenimiento PM contiene las funciones y aplicaciones necesarias para gestionar el mantenimiento de equipos en los sistemas de planta, desde el soporte a las representaciones gráficas de planta y diagramas detallados hasta los sistemas de información geográfica. Los diversos módulos dan soporte a los problemas operativos y de mantenimiento, equipamientos, costos y requerimientos de compra.

El módulo de producción PP es uno de los más complejos y grandes de toda el área de logística. Desde aquí se gestionan las diferentes fases, tareas y metodologías utilizadas en la planificación de la producción (cantidades de producto, tipos de producto, tratamiento de los materiales, horarios de fabricación...). Existen potentes herramientas gráficas para la gestión de órdenes de fabricación, teniendo en cuenta diferentes calendarios de fábrica, los recursos empleados. Está especialmente interconectado con los módulos de compras MM y ventas SD.

Respecto a la gestión de la calidad, módulo QM, aunque el sistema SAP completo tiene en cuenta el control de calidad en cada una de sus áreas, desde aquí se gestionan las tareas de planificación de la calidad, inspección y control, y la implementación de las diversas normas estándares de calidad, como se especifica en ISO 9000. Las principales tareas del módulo tienen que ver con el control de calidad de las ventas y los procesos de distribución, la gestión de materiales y todos los temas de calidad en los procesos que mantengan relación con la producción.

La gestión de proyectos se implementa en SAP a través de los procesos del módulo PS.

Desde aquí se manejan todos los aspectos en torno a actividades, gestión de recursos y presupuestación de tareas complejas. Se incluye además un sistema de información de estados de proyectos muy completo. Este módulo conecta con los módulos financieros y logísticos, y contienen muchas utilidades gráficas, así como la posibilidad de conectar con MS Project.

Además, la propia gestión de proyectos se utiliza como medida de imputación, así como de liquidación, por lo que aunque la compañía sólo gestione proyectos muy pequeños, se puede utilizar financieramente como un nexo entre la imputación de comprometido y la liquidación real.

El módulo SD (ventas y distribución) está integrado y conectado con básicamente todos los demás aplicaciones de SAP: producción, materiales, finanzas, calidad, gestión de proyectos, recursos humanos, etc.

Esta colección de aplicaciones permite la gestión de absolutamente todos los aspectos de la actividad de ventas: pedidos, promociones, planificación, campañas de mailing. Entre sus características se incluye la información inmediata de la disponibilidad del producto y la capacidad de realizar prontas predicciones. Los clientes de estas compañías reciben un rápido y mejor servicio, pueden hasta recibir confirmación inmediata de forma automática por mail, SMS, fax.

2.3 SAP – Módulo Plant Maintenance (PM)

2.3.1 Concepto

Fuentes, Rincón y Serrano (2012) define a SAP PM como el módulo encargado del mantenimiento, que tiene por objetivo fundamental la administración de todos los procesos de mantenimiento de una empresa o planta, desde la identificación de los objetos a mantener hasta el análisis de la información generada por los eventos y tareas de mantenimiento, esto se logra mediante una estructura organizacional que organiza la compañía, plantas y almacenes.

2.3.2 Estructura organizacional de Mantenimiento

La estructura comprende lo siguiente:

2.3.2.1 Grupo de Planificación

Es la organización responsable de planificar y programar los trabajos de mantenimiento correspondiente al centro de planificación.

2.3.2.2 Puesto de Trabajo

Representa a uno o más grupos de personas y máquinas que realizan un determinado trabajo de mantenimiento.

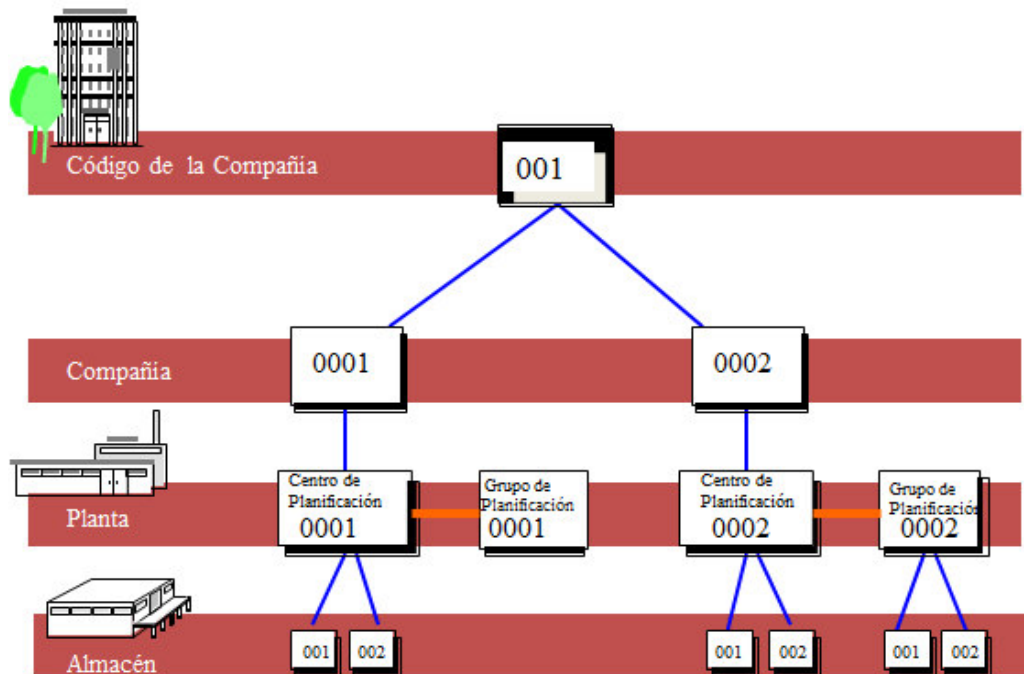


Figura N° 7. Estructura Organizacional de Mantenimiento. **Fuentes, Rincón y Serrano (2012)**

Bajo este tipo de estructura permite tener un mayor control sobre la planificación, ejecución y finalización de las tareas de mantenimiento en cada planta, el cual nos permite tener los siguientes beneficios:

- Simplificar y agilizar el procesamiento de la gestión de mantenimiento.

- Reducción en el tiempo de ingreso de datos para su procesamiento.
- Evaluación de datos más específica, directa y ordenada.
- Visualización y evaluación de forma independiente para la gestión de mantenimiento en cada área de la empresa.
- Organización de datos maestros de forma estructurada.

Para garantizar un verdadero y completo módulo de mantenimiento se debe considerar los siguientes puntos:

- Datos maestros
- Gestión de avisos y órdenes
- Gestión de mantenimiento programado



Figura N° 8. Módulo de mantenimiento. **Fuentes, Rincón y Serrano (2012)**

2.3.2.3 Datos Maestros

Los datos maestros son la base central de la información de la empresa, son parámetros casi invariables y de gran importancia que deben estar creados para poder realizar las diferentes operaciones con los otros módulos. Todas estas listas de datos se integraran posteriormente en el módulo MM para crear una base de datos maestra o una base de datos central, de tal manera que la integración evite la redundancia de datos.

a) Ubicaciones Técnicas:

Son las unidades de organización dentro de la logística que estructura los objetos de mantenimiento de una empresa, se puede seleccionar de acuerdo a criterios funcionales, relativos al proceso o espaciales. Dicho de otra forma, una ubicación técnica representa el lugar o sitio en el que se debe efectuar una tarea de mantenimiento.

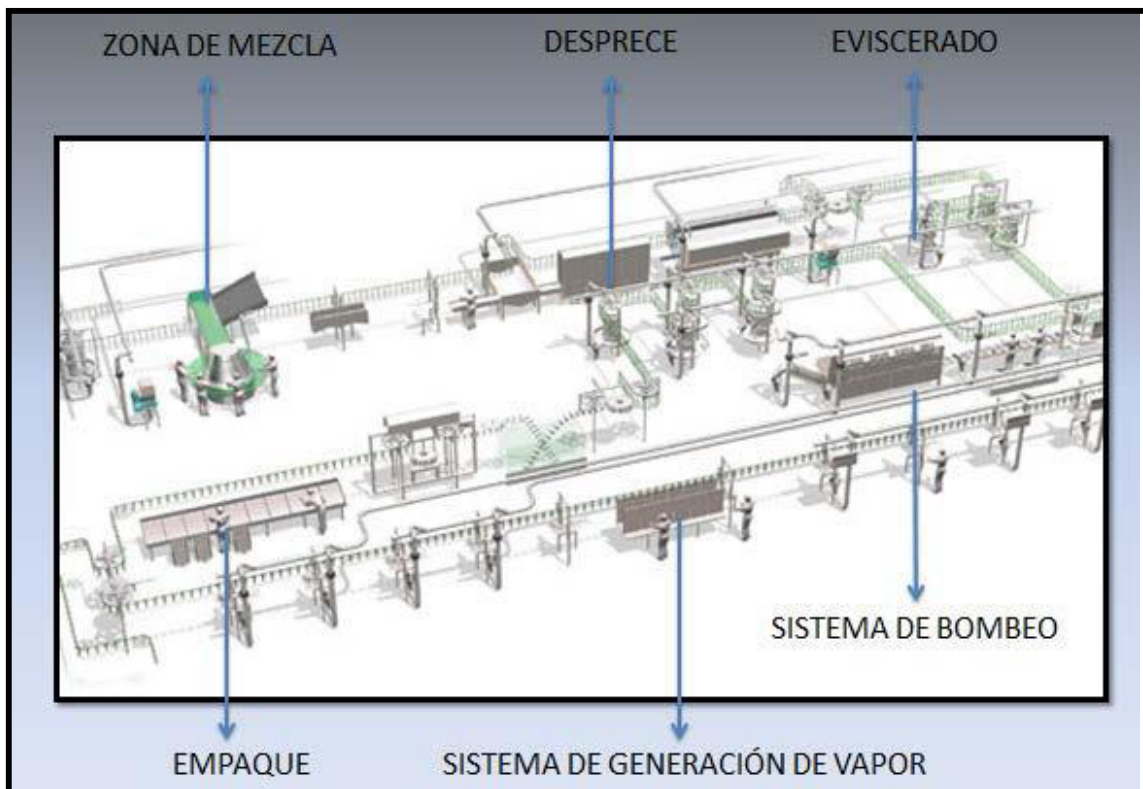


Figura N° 9. Ejemplo Ubicaciones Técnicas De Una Planta. **Fuentes, Rincón y Serrano (2012)**

b) Equipos

Es el objeto físico e individual, el cual se debe mantener de forma independiente garantizando su confiabilidad y disponibilidad. Se puede incluir toda clase de dispositivos como unidades de equipos, por ejemplo: Elementos de fabricación, elementos de transporte, elementos de revisión, etc.

c) Puestos de Trabajo

Son aquellas áreas de la planta en donde se especifican, planifican y ejecutan las actividades de mantenimiento; además, éstas deben incluir a las personas responsables de realizar y culminar cada una de estas actividades. Mencionar también que cada puesto de trabajo presenta capacidades disponibles y específicas en la empresa.

d) Hojas de Ruta

Las hojas de ruta en mantenimiento describen una secuencia de eventos y tareas de mantenimiento de forma individual y ordenada que se han de realizar dentro de una empresa.

Su papel es determinante para garantizar la confiabilidad inherente de los equipos de la planta, para el modulo PM-SAP existen tres clases de hojas de ruta:

- Hoja de ruta para equipo.
- Hoja de ruta para ubicación técnica.

- Instrucción de mantenimiento

2.3.2.4 Gestión de Avisos y órdenes:

En este punto se analizan las necesidades de mantenimiento, generadas por fallas en los equipos de la empresa. En esta parte del proceso, el módulo PM recibe el aviso de falla, este se valida y se decide tomar una acción o medida para corregir la falla. En la siguiente figura se muestra el proceso logístico completo del funcionamiento del módulo PM de SAP.

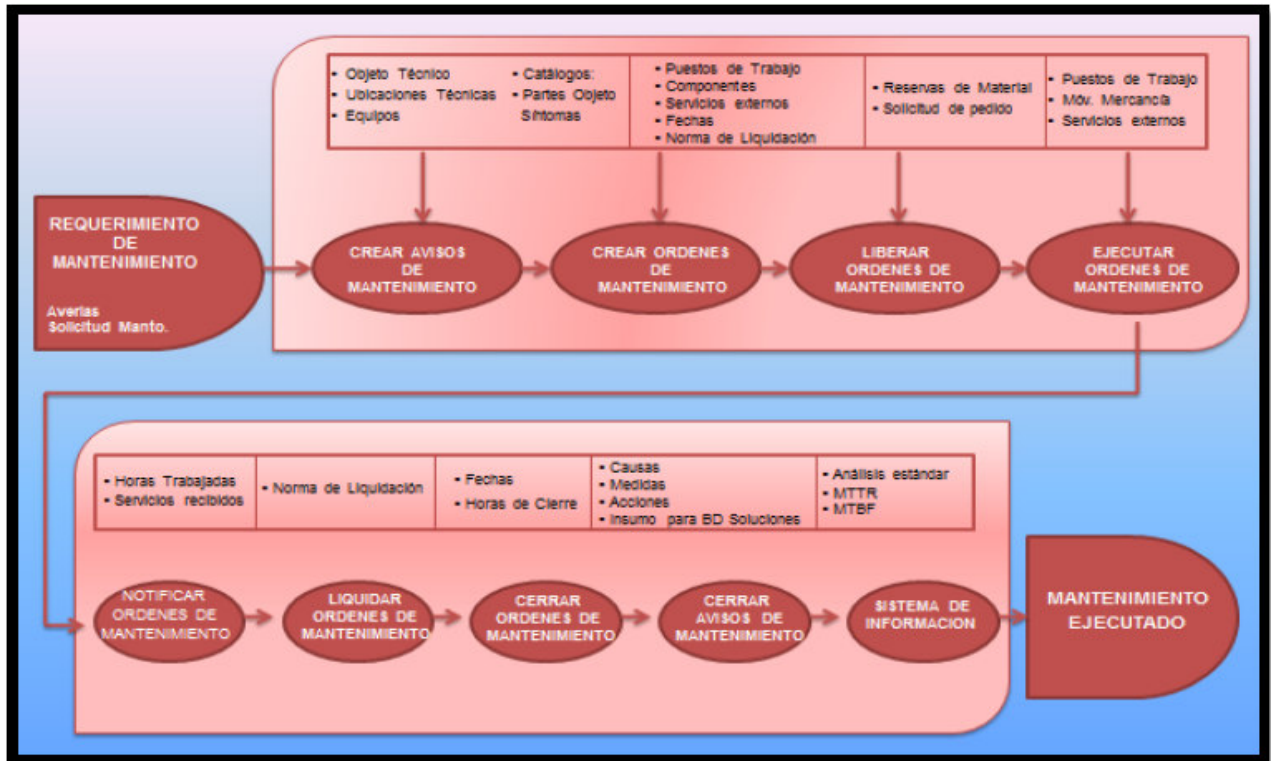


Figura N° 10. Logística del módulo de mantenimiento. **Fuentes, Rincón y Serrano (2012)**

a) Avisos:

Los avisos son documentos que permiten informar a la organización la logística del mantenimiento en situaciones irregulares que afectan el normal funcionamiento de equipos y procesos, estos informes pueden especificar:

- Condiciones de falla parcial o total.
- Solicitudes de mantenimiento.
- Registro de trabajos y eventos efectuados.

La siguiente gráfica muestra los tipos de avisos que se presentan en el módulo PM de SAP.

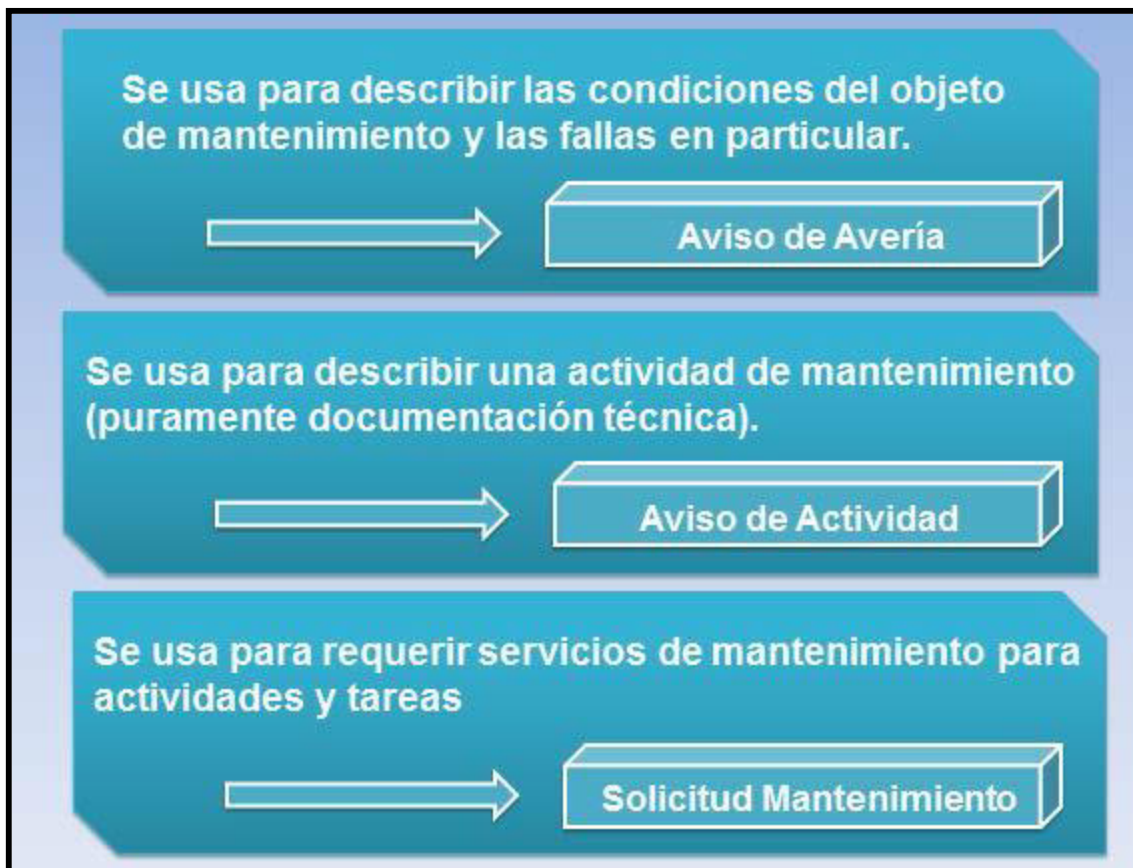


Figura N° 11. Tipos de avisos. **Fuentes, Rincón y Serrano (2012)**

b) Órdenes de Mantenimiento

Son documentos que permiten definir con precisión y exactitud todos los aspectos que intervienen en la realización, ejecución y finalización de las diferentes actividades de mantenimiento. Algunos de estos aspectos y variables para el módulo PM son:

- Definición de las actividades de mantenimiento
- Objeto técnico o equipo.
- Puestos de trabajo.
- Materiales y herramientas.
- Servicios externos a contratar.
- Fecha y hora de inicio/fin de las actividades.
- Análisis de costos.

La siguiente figura muestra el ciclo que lleva las órdenes de mantenimiento.



Figura N° 12. Ciclo de las órdenes de mantenimiento. **Fuentes, Rincón y Serrano (2012)**

2.3.2.5 Gestión de Mantenimiento Programado:

Es el proceso de implementación y ejecución del mantenimiento preventivo para los equipos de la empresa, este proceso se inicia tomando en cuenta los siguientes criterios:

- Las recomendaciones del fabricante de los equipos.
- Análisis y estudio de los manuales de los equipos
- Políticas de mantenimiento de la empresa (criterios propios de la empresa para el mantenimiento de sus equipos).
- Mantener condiciones operativas de objetos técnicos y equipos de importancia.

2.4 Accelerated SAP (ASAP)

2.4.1 ¿Qué es ASAP?

En el portal de ayuda de SAP definen ASAP o “Accelerated SAP” como una metodología desarrollada por la empresa SAP AG que establece los mecanismos para implementar una solución SAP en base a fases claras, entregables bien definidos, así como recomendaciones para ejecutar el proyecto de implementación de una forma eficaz en los menores tiempos posibles

Inicialmente ASAP fue desarrollada con el objeto de establecer las normas para la implementación de soluciones del tipo ERP únicamente. Actualmente, esta metodología va más allá y es utilizada para la implementación de otras tecnologías y soluciones tales como la Inteligencia de negocios, la implementación de portales de intranet y extranet, sistemas del tipo CRM, entre otras soluciones de negocio. La figura N° 13 muestra las principales etapas de las que se compone la metodología ASAP.

El Mapa de Rutas está conformado por cinco consecutivas fases:

- ✓ Fase 1 Preparación del Proyecto
- ✓ Fase 2 Bosquejo (idea) – Business Blueprints
- ✓ Fase 3 Realización
- ✓ Fase 4 Preparación Final
- ✓ Fase 5 Salida en Vivo y Soporte

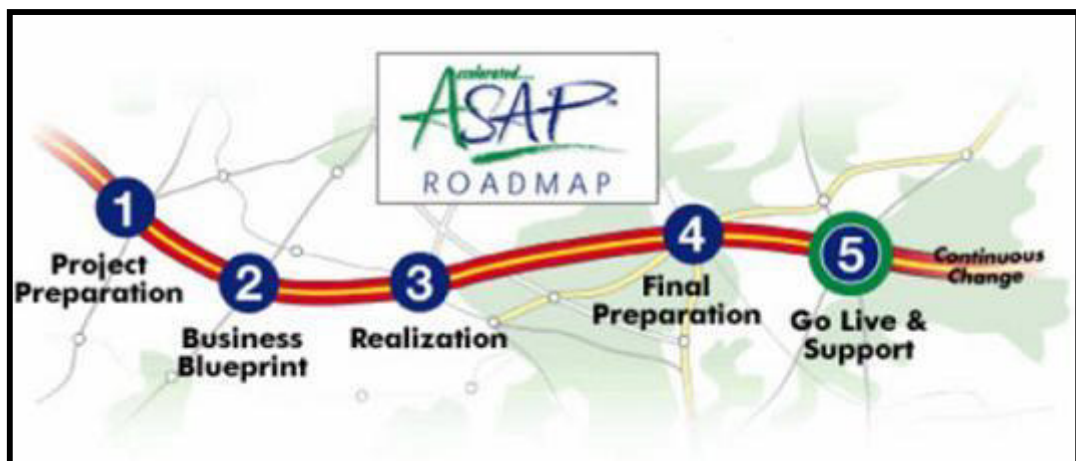


Figura N° 13. ASAP Road Map.⁴

⁴ Recuperado de <https://support.sap.com/support-programs-services/methodologies/implement-sap/asap-implementation.html>

2.4.2 Fases de ASAP

Gonzalo Bruzual (2013) define las fases de ASAP de la siguiente manera:

2.4.2.1 FASE 1 – Preparación del Proyecto

- Levantamiento de información.
- Documentar necesidades.
- Definición de componentes estratégicos.

Esta fase se inicia con el levantamiento de información de las unidades del negocio de la organización, en otras palabras, se iniciará determinando los procesos actuales versus las necesidades de cara a las nuevas aplicaciones SAP. Adicionalmente, se considerarán los siguientes componentes estratégicos:

a) Obtener el apoyo ejecutivo de alto nivel para el proyecto, involucrar a los dueños del negocio:

Uno de los puntos más importantes en la primera fase del proyecto será un acuerdo por escrito entre ambas partes (Equipo del proyecto y el cliente) y una abierta cooperación del personal ejecutivo que tengan bajo su responsabilidad la toma de decisiones de la organización. El respaldo y soporte de los grupos antes mencionados será crucial para el éxito de la implementación SAP.

b) Identificar claramente los objetivos de proyecto:

Deberán ser muy precisas las definiciones de los objetivos y las expectativas del proyecto. Una noción vaga y no clara de lo que deberíamos obtener con SAP dañará irremediablemente el proceso de implementación. Adicionalmente deberemos identificar con suma claridad los objetivos del proyecto considerando razonablemente la capacidad estratégica de la organización para la acometida de un proyecto con estas características. En definitiva, será esencial la definición de ideas claras, objetivos precisos y un plan maestro viable antes avanzar a la siguiente fase.

c) Un eficiente proceso para toma de decisiones

Un obstáculo muy común durante el proceso de implementación es una pobre definición por parte de la organización para la toma de decisiones. Antes de arrancar un proyecto, a partir del día 1, será fundamental identificar quienes serán las personas responsables para la toma ejecutiva de decisiones, se deberán tomar importantes decisiones durante el ciclo de vida del proyecto en diferentes áreas que impactaran efectivamente la actividad, y son estos líderes, los ejecutivos de la organización, que tendrán esa responsabilidad. Buenas decisiones y rápidas garantizarán en gran medida la salida en vivo éxitos del proyecto.

d) Crear un ambiente idóneo, aceptable para los cambios y de reingeniería de procesos

El equipo de trabajo deberá estar de acuerdo y en la disposición de aceptar, a través del nuevo software SAP, la nueva tecnología de aplicaciones que se implementará. A partir de ese momento las cosas serán diferentes, el negocio va a cambiar y la nueva tecnología de información propiciará de cara al negocio esos cambios. Con la implementación SAP se podrá esencialmente rediseñar los procesos actuales hacia un modelo más eficiente basado en las mejores prácticas predeterminadas y expuestas por SAP.

2.4.2.2 FASE 2 – Business Blueprints

- Definición Blueprint.
- QADB (Questions, Answers Data base).
- Issue Database.

SAP ha definido la fase 2 con la creación del blueprint, su propósito es de ayudar a extraer información pertinente de la empresa necesaria para el proceso de implementación de las aplicaciones. Estos Blueprints fueron diseñados a través de cuestionarios para probar a través de la información suministrada como el negocio funciona.

Cada documento generado por el blueprint esencialmente subrayará outlines los futuros procesos y requerimientos del negocio para su implementación. Las preguntas del cuestionario están diseñadas de acuerdo al tipo de funcionalidad del negocio. Tal como se muestra en el siguiente ejemplo:

- 1 – ¿Qué tipo de información es capturada en una Orden de Compra?
- 2 – ¿Qué información es requerida para completar una Orden de Compras?

El QADB (Questions and Answers Data Base), base de datos de preguntas y respuestas SAP: Es una simple herramienta diseñada para facilitar la creación y el mantenimiento del Business Blueprint. Esta base de datos almacena las preguntas y respuestas y sirve al dueño de su blueprint.

Al cliente se le proveerá un input template para coleccionar la data en cada una de las aplicaciones a implementar. El formato de las preguntas y respuestas son Standard a través de las diferentes aplicaciones para facilitar de forma sencilla y más fácil su uso para el equipo de trabajo.

Otra herramienta utilizada para esta fase del Blueprint es el “Issues Databases” (asuntos o temas relacionados con la base de datos). Esta base de datos almacena cualquier punto a considerar y puntos pendientes relacionados con la implementación. Almacenar esta información de manera centralizada ayudará a obtener y manejar asuntos o puntos para su resolución, así, temas importantes que deberán ser abordados con prontitud y no caigan. Luego se podrá dar un seguimiento por puntos o asuntos almacenados en la base de datos y asignarlos a los miembros del equipo para su resolución, simultáneamente se actualizará la base de datos a medida que se tomen las acciones pertinentes.

2.4.2.3 FASE 3 – Realización

- Configuración Base Line
- Entonación, Configuración
- Pruebas Integradas
- IMG (Guía de implementación)
- Transferencia de Conocimiento

Una vez completa la fase 2, funcionales expertos estarán listos para iniciar el proceso de configuración SAP. La Fase de Realización está dividida en dos (2) partes:

1 – Configuración del Baseline – El equipo de consultores SAP ayudará a la configuración del baseline del sistema.

2 – Configuración Tuning – El equipo de implementación entonará el sistema de acuerdo con los objetivos y necesidades trazadas en los procesos requeridos por el negocio.

La configuración inicial completada durante la configuración del base line, es el resultado de la información proporcionada en el documento del BluePrint. El resto de la configuración, aproximadamente 20%, la cual no fue abordada en esta fase, será abordada y completada en el proceso de entonación final del sistema (Configuration Tuning). Por lo general durante el proceso de entonación se aborda estas excepciones que no fueron cubiertas en la configuración del base line. Este 20% representará el trabajo finalmente necesario para cubrir las necesidades definidas en el plan.

Pruebas de Configuración (Configuration Testing)

Con la ayuda del equipo de consultores SAP segregaremos los procesos del negocio en Ciclos integrados con el flujo de los procesos del negocio. Los Ciclos servirán como unidades independientes que permitirán probar partes específicas de los procesos del negocio. También se podrá trabajar a través de la herramienta: Configuración SAP Guía de Implementación (IMG). Esta herramienta ayudará a implementar el SAP con un formato paso a paso.

Transferencia de Conocimiento (Knowledge Transfer)

En este punto se inicia el cierre de las fases de configuración, por esta razón es necesario para el equipo del proyecto estar en capacidad de ser auto suficiente a nivel de conocimientos con referencia a la configuración de los sistemas SAP. La transferencia de conocimientos al equipo de configuración necesita ser completada en este punto del proceso de la metodología ASAP, adicionalmente, el usuario final deberá estar debidamente adiestrado y listo para el uso eficiente del día a día de los procesos del negocio en SAP. El equipo deberá estar listo y capacitado para acometer actividades tales como: mantenimiento de los procesos del negocio en SAP después de la salida a producción de las aplicaciones.

2.4.2.4 FASE 4 – Preparación Final

- Pruebas funcionales
- Migración de datos
- Pruebas de Estrés
- Continuar Entonaciones
- Mantenimientos preventivos
- Continuar Adiestramiento funcional
- Continuar Adiestramientos técnicos
- Elaboración del plan estratégico Salida a Producción

Cuando la fase 3 (Realización) se integra con la fase 4 es fundamental tener en cuenta los planes para la salida en vivo, no solo los entrenamientos al equipo de trabajo y la capacitación al conglomerado de usuarios finales, también son fundamentales las pruebas funcionales y las pruebas de estrés, éstas se deberán preparar e iniciar en esta fase. Así mismo continuaremos con los últimos ajustes al entonamiento del sistema antes de la salida a producción, esto garantizara que todos los detalles relacionados con los nuevos procesos que implementaremos estén en su lugar, y sobre todo la culminación de la migración de los datos del sistema viejo al nuevo sistema SAP.

Las pruebas integradas del sistema o pruebas funcionales en esta fase son conducidas para asegurar la confiabilidad y exactitud de los datos y la estabilidad del sistema SAP en un ambiente productivo. La metodología ASAP sugiere iniciar pruebas individuales del sistema durante la fase 2 del proceso. Es en esta fase cuando se inicia las pruebas integradas antes de la salida en producción con los sistemas. Ahora es el momento de efectuar un mantenimiento preventivo de puntos de chequeos garantizando con esto el futuro comportamiento óptimo del sistema SAP en un ambiente productivo. Finalmente, con la conclusión de la FASE 4, la metodología sugiere la preparación de las estrategias para la salida en vivo del sistema SAP, muy importante, preparar a los usuarios finales para este evento y estar en la capacidad de responderles todas las preguntas y dudas que puedan tener antes de iniciarse activamente con las aplicaciones SAP.

2.4.2.5 FASE 5 – Salida en Vivo y Soporte

- Prever posibles escenarios
- Coordinación adecuada del evento
- Preparación del soporte pos salida en vivo
- Documentación de procesos
- Procedimientos

La Salida en Vivo, de acuerdo a la metodología, es el paso más sencillo de lograr; una adecuada coordinación del evento y una preparación efectiva será la clave para que la Salida en Vivo se logre sin desviaciones que podamos lamentar.

Prever posibles escenarios relacionados a nivel de los procesos individuales del negocio y/o posibles escenarios a nivel la funcionalidad tecnológica que soporten los procesos serán esenciales. Adicionalmente, para esta fase final, se deberán tomar muy en cuenta aspectos tales como: Mantenimiento de los sistemas después y durante su implementación, documentación de los procesos y los procedimientos operativos del nuevo sistema SAP implementado.

2.5 Ingeniería de Mantenimiento

2.5.1 Concepto

García Garrido (2012) define a la Ingeniería del Mantenimiento como el conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones durante el mayor tiempo posible, buscando la más alta disponibilidad y con el máximo rendimiento.

La siguiente figura muestra la descripción del proceso de mantenimiento en una empresa del mismo rubro.

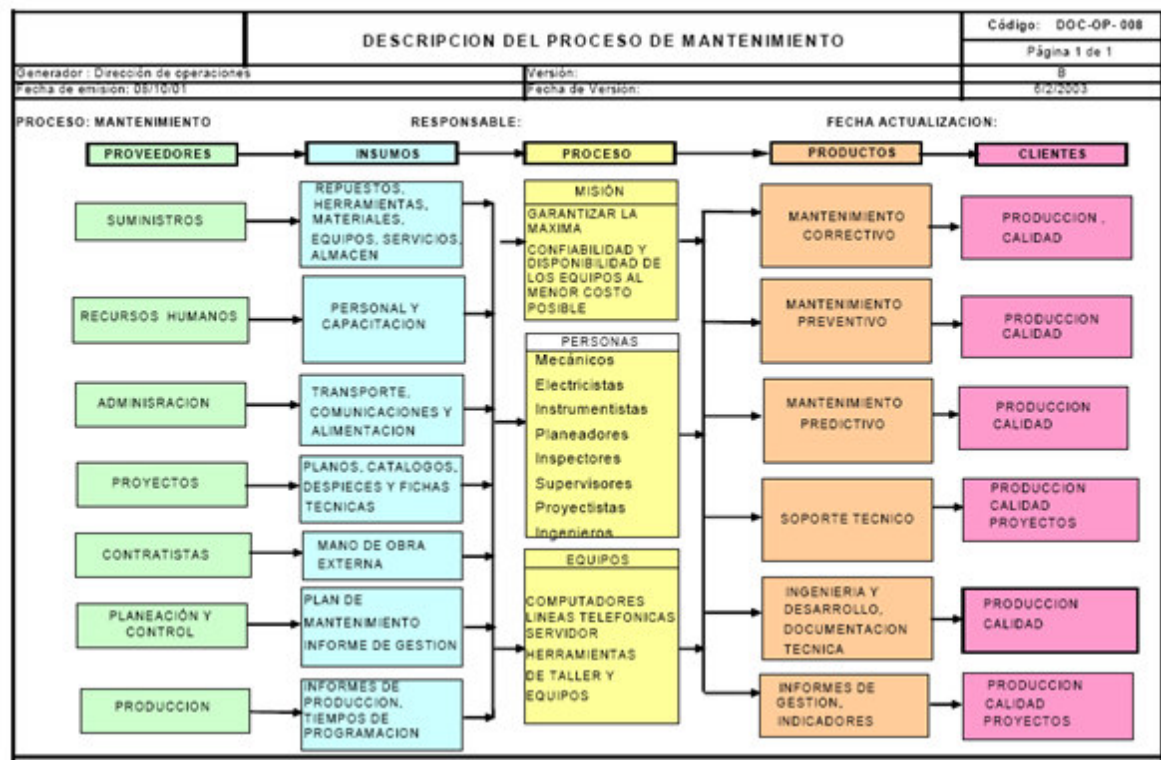


Figura N° 14. Describe el Proceso de Mantenimiento para la empresa Cementos Andino SA. **Robles Silva (2006)**

2.5.2 Objetivos del mantenimiento

El objetivo fundamental de mantenimiento no significa sólo reparar urgentemente las averías que surjan. El departamento de mantenimiento tiene cuatro objetivos que deben marcar y dirigir su trabajo:

- ✓ Cumplir un valor determinado de disponibilidad.
- ✓ Cumplir un valor determinado de fiabilidad.
- ✓ Asegurar una larga vida útil de la instalación en su conjunto, al menos acorde con el plazo de amortización de la planta.
- ✓ Conseguir todo ello ajustándose a un presupuesto dado, normalmente el presupuesto óptimo de mantenimiento para esa instalación.

2.5.3 Descripción de Puestos de Trabajo

Los puestos de trabajo en la ingeniería del mantenimiento son aquellos puestos que se relacionan de forma directa e indirecta con las tareas del mantenimiento. Se definen de la siguiente manera:

➤ Descripción de Puestos de Trabajo Indirectos

Se define a Puestos de Trabajo Indirectos como aquellos puestos que sirven de apoyo a la producción y al comercio, más no realizan la tarea del mantenimiento en sí. Entre ellos tenemos a:

- ✓ Jefe de Mantenimiento
- ✓ Responsable de Oficina Técnica de Mantenimiento
- ✓ Responsable de almacén (almacenero)

➤ Descripción de Puestos de Trabajo Directos

Se define a estos puestos como aquellos que son encargados de realizar el mantenimiento del equipo. Entre ellos tenemos a:

- ✓ Los electricistas
- ✓ Mecánicos, etc

2.5.4 Plan de Mantenimiento

Un plan de mantenimiento es el conjunto de tareas de mantenimiento programado, agrupadas o no siguiendo algún tipo de criterio, y que incluye a una serie de equipos de la planta, que habitualmente no son todos. Hay todo un conjunto de equipos que se consideran no mantenibles desde un punto de vista preventivo, y en los cuales es mucho más económico aplicar una política puramente correctiva; es decir, brindar mantenimiento al equipo en el momento en el que falle.

El plan de mantenimiento engloba tres tipos de actividades:

- Las actividades rutinarias que se realizan a diario, y que normalmente las lleva a cabo el equipo de operación.
- Las actividades programadas que se realizan a lo largo del año.
- Las actividades que se realizan durante las paradas programadas.

Las tareas de mantenimiento son la base de un plan de mantenimiento. Asimismo, al determinar cada tarea, debe determinarse además cinco informaciones referentes a ella: frecuencia, especialidad, duración, necesidad de permiso de trabajo especial y necesidad de parar la máquina para efectuarla. A continuación se explica a detalle las informaciones antes mencionadas.

➤ Frecuencia

En cuanto a la frecuencia de una tarea, existen dos formas para fijarla:

- Siguiendo periodicidades fijas
- Determinándola a partir de las horas de funcionamiento

Cualquiera de las dos formas es perfectamente válida; incluso es posible que para unas tareas sea conveniente que se realice siguiendo periodicidades preestablecidas y para otras, incluso referidas al mismo equipo, sean referidas a horas efectivas de funcionamiento. Ambas formas de determinación de la periodicidad con la que hay que realizar cada una de las tareas que componen un plan tienen ventajas e inconvenientes.

Asimismo, realizar tareas de mantenimiento siguiendo periodicidades fijas puede suponer hacer mantenimiento a equipos que no han funcionado, y que por tanto, no se han desgastado en un periodo determinado. Y por el contrario, basar el mantenimiento en horas de funcionamiento tiene el inconveniente de que la programación de las actividades se hace mucho más complicada, al no estar fijado de antemano exactamente cuándo tendrán que llevarse a cabo. Por tal motivo, Un programa de mantenimiento que contenga tareas con periodicidades temporales fijas junto con otras basadas en horas de funcionamiento no es fácil de gestionar y siempre es necesario buscar soluciones de compromiso.

- Especialidad

En la elaboración del plan de mantenimiento es conveniente identificar hacia que especialista va dirigida la tarea a realizar, de forma que al generar las órdenes de trabajo correspondientes no se envíe al especialista eléctrico lo que debe realizar el especialista mecánico y viceversa.

- Duración

La estimación de la duración de las tareas es una información complementaria del plan de mantenimiento. Siempre se realiza de forma aproximada, y se asume que esta estimación lleva implícito un error por exceso o por defecto.

- Permiso de trabajo

Una vez determinadas las tareas, es posible que éstas, debido al riesgo que presentan, requieran de un permiso especial para llevarlas a cabo. Por tal motivo, plan de mantenimiento debe contener esta información, de manera que se diferencien aquellos trabajos que requieren de un permiso especial, de aquellos que se realizan simplemente con una orden de trabajo.

- Máquina parada o en marcha

Para llevar a cabo una tarea determinada puede ser conveniente que el equipo, el sistema al que pertenece o incluso toda la planta estén paradas o en marcha. Resulta útil que este extremo esté indicado en el plan de mantenimiento, ya que facilita su programación.

2.5.4.1 La Necesidad de Elaborar un Plan de Mantenimiento

Debemos tener en cuenta que lo que hagamos en mantenimiento no se refleja de manera inmediata, sino que los efectos de las acciones que tomamos se verán reflejados a partir de los 6 meses.

La ocasión perfecta para diseñar un buen mantenimiento programado que haga que la disponibilidad y la fiabilidad de una planta industrial sean muy altas, es durante la construcción de ésta. Cuando la construcción ha finalizado y la planta es entregada al propietario para su explotación comercial, el plan de mantenimiento debe estar ya diseñado, y debe ponerse en marcha desde el primer día que la planta entra en operación. Es notable, que perder esa oportunidad significa renunciar a que la mayor parte del mantenimiento sea programado, y caer en el error de que sean las averías o incidencias las que den inicio a la actividad del departamento de mantenimiento.

Un buen plan de mantenimiento es aquel que ha analizado todos los fallos posibles, y que ha sido diseñado para evitarlos; esto quiere decir que para elaborar un buen plan de mantenimiento es absolutamente necesario realizar un detallado análisis de fallos de todos los sistemas que componen la planta. Por desgracia, esto raramente se realiza, sólo en los equipos más costosos de la planta industrial suelen realizarse este minucioso análisis, y en su mayoría es realizado por el fabricante del equipo, lo cual implica seguir con las instrucciones de este último; pero en el resto de los equipos y sistemas que componen la planta, también se debería aplicar este riguroso análisis ya que podría ocasionar paradas en la planta y por ende pérdidas monetarias para la empresa.

2.5.4.2 Formas de Planificar el Mantenimiento

Los planes de mantenimiento son desarrollados tomando en cuenta diferentes tipos de criterios. De acuerdo a ello, dichos planes se definen de la siguiente manera:

➤ PLAN DE MTO. BASADO EN INSTRUCCIONES DE FABRICANTES

El plan de mantenimiento basado en Instrucciones indicadas por los fabricantes, componen la forma más cómoda y habitual de elaborar un plan de mantenimiento. No obstante, presenta algunos inconvenientes graves que es necesario analizar antes de decidir basar el plan de mantenimiento exclusivamente en estas recomendaciones.

Para dar inicio a este plan, primero se debe recopilar todas las instrucciones técnicas de cada fabricante, en segundo lugar, se debe considerar que cada fabricante elabora sus instrucciones de mantenimiento en formatos completamente distintos, lo que complica en gran manera redactar un plan de mantenimiento con unas instrucciones en un formato unificado.

Si bien es cierto, es la forma más extendida de elaborar un plan de mantenimiento, pero a su vez, es conveniente resaltar que presenta 2 grandes ventajas:

- ✓ En primer lugar, asegura completamente las garantías de los equipos, ya que los fabricantes exigen, para el mantenimiento de dichas garantías, que se cumpla

estrictamente lo indicado en el manual de operación y mantenimiento que ellos elaboran.

- ✓ En segundo lugar, y tan importante como el punto anterior, es que los conocimientos técnicos necesarios para elaborar un plan de mantenimiento basado en las instrucciones de los fabricantes de los equipos no tienen por qué ser altos. No se requieren conocimientos específicos sobre los equipos a mantener, ni se requieren especiales conocimientos sobre mantenimiento industrial. Tan solo es necesario copiar lo que los diferentes fabricantes de los equipos proponen, darles el formato adecuado, efectuar alguna pequeña corrección, y prácticamente eso es todo.

Ambas razones convierten a los planes de mantenimiento basados en las instrucciones de fabricantes en la forma preferida por técnicos, responsables, responsables de mantenimiento y propietarios de plantas. La figura que se muestra a continuación, ejemplifica un plan de mantenimiento para un objeto específico.

Tabla de mantenimiento del taladro eléctrico (en condiciones de trabajo normales)		Antes de empezar el trabajo	Al terminar el trabajo o diariamente	Semanal	Mensual	Al presentarse anomalías	Según necesidades
Máquina completa	control visual (estado, elementos)	X					
	limpiar		X				
Cambio de brocas	Sustitución desgaste					X	X
	Control visual	X				X	X
Carcasas	Limpiar	X					
	Controlar		X				
Interruptor ON/OFF	Chequear	X					

Tabla N° 1. Muestra de ejemplo una tabla de mantenimiento para un taladro eléctrico. **García Garrido (2012)**

➤ PLAN DE MTO. BASADO EN PROTOCOLOS POR EQUIPO

El plan de mantenimiento basado en protocolos por equipo, compone el concepto de que los diferentes equipos que forman parte de la planta pueden agruparse en tipos genéricos de equipos o equipos tipo, y que en cada equipo-tipo se debe realizar una serie de tareas preventivas con independencia de quién sea el fabricante y cuál sea la configuración exacta de éste.

El conjunto de tareas de mantenimiento que corresponde a un equipo-tipo se denomina protocolo de mantenimiento programado. De esta manera, si consideramos elaborar los protocolos de mantenimiento de todos los equipos-tipo presentes en todo tipo de instalaciones industriales y se confecciona posteriormente una lista con todos los equipos de los que dispone la instalación concreta que se está analizando, solo hay que aplicar el protocolo de mantenimiento que le corresponde a cada uno de ellos para tener

una lista completa y detallada de todas las tareas de mantenimiento preventivo a realizar en la planta. El posterior tratamiento de esta gran lista de tareas para agruparlas por sistema, frecuencia y especialidad irá formando las diferentes gamas que componen el plan de mantenimiento de la planta.

➤ PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN RCM

Robles Silva, W. (2006) en su monografía para optar el título de Especialista de Gerencia del Mantenimiento, nos comenta que el plan de mantenimiento basado RCM o Reliability Centred Maintenance (Mantenimiento Centrado en Fiabilidad/Confiabilidad), evolucionado a su versión RCM 2, compone el concepto de que no sólo es necesario aumentar la disponibilidad de los equipos al menor costo posible, sino que también se deben tener en cuenta todos los aspectos a los que la función del mantenimiento afecta, como pueden ser: el riesgo, la seguridad, la integridad ambiental, la eficiencia energética, la calidad del producto, el servicio del cliente, etc. Enfocándose en aumentar la confiabilidad de los activos físicos y desempeñándose en un contexto operacional.

RCM 2 es una metodología que ayuda a estructurar un plan de mantenimiento, considerando las frecuencias de mantenimiento adecuadas a los activos más importantes; de tal forma, que se indique qué hacer y cuáles son las tareas proactivas que se deben ejecutar, sin caer en excesos, pérdidas de tiempo o consumo de recursos en actividades que por más que se hicieran no generarían un mayor valor agregado.

Los principios utilizados por RCM 2 son los siguientes:

- Es un método orientado a la función en donde se busca preservarla.
- Se orienta a preservar las funciones de sistemas completos, más que a los componentes o equipos individuales.
- Se centra en alcanzar la confiabilidad inherente de los activos.
- Reconoce las limitaciones del diseño, el cual define la confiabilidad más que el mantenimiento, aunque puede aportar antecedentes para mejorarlo.
- Toma en cuenta la seguridad, la cual debe cumplirse a todo costo, el medio ambiente y la economía, en donde la efectividad de costos y los riesgos son criterios importantes.
- Define una falla como una condición no satisfactoria, en donde la pérdida de función es cuando la operación se detiene o cuando el rendimiento disminuye, aun cuando la operación continúe.
- Usa un método lógico para definir las tareas de mantenimiento, por lo tanto es aplicable a toda clase de equipos.
- Las tareas empleadas deben ser factibles.
- Las tareas deben ser justificadas y efectivas en donde estas deben ser más baratas que las consecuencias o reducir los riesgos.
- Es un sistema dinámico el cual toma datos de los resultados obtenidos y los retroalimenta para mejorar al futuro.

➤ **MANTENIMIENTO POR REQUERIMIENTOS LEGALES**

El plan de mantenimiento basado en Requerimientos Legales se define como las tareas marcadas por disposiciones legales, que por supuesto, son de cumplimiento obligatorio. Habitualmente se conoce a este conjunto especial de tareas como ‘inspecciones reglamentarias’, ‘mantenimiento por requerimiento legal’ o simplemente, ‘mantenimiento legal’.

El mantenimiento legal engloba a aquel mantenimiento preventivo obligatorio recogido en diferentes disposiciones de la normativa de aplicación, donde se especifica en general tanto las tareas a llevar acabo, la frecuencia con la que debe realizarse cada una de ellas, quién está autorizado para llevarlas a cabo y cómo se deja una constancia documental de su realización.

Casi todas las tareas relacionadas con el mantenimiento legal pretenden asegurar que los equipos pueden trabajar en condiciones de seguridad apropiadas, de forma que los trabajadores de la instalación, de instalaciones próximas o la población en general puedan verse afectados. El perfecto conocimiento y cumplimiento del mantenimiento legal es de especial importancia debido a las implicaciones que conlleva, tanto desde el punto de vista de la seguridad, como de las responsabilidades de la empresa propietaria y de sus directivos: se trata de una actividad sujeta a normas cuyo control es ejercido por la Administración.

Este tipo de obligaciones varían con el tipo de instalación y su tamaño; evolucionan con el tiempo; varían de unos países a otros; e incluso, dentro del mismo país, pueden variar de unas regiones a otras. Establecer pautas fijas y válidas para todas las instalaciones en todos los países, regiones y en todo momento es algo imposible.

2.5.5 Paradas

En la Ingeniería del mantenimiento se definen 2 tipos de paradas ocurridas en una empresa, estas son:

2.5.5.1 Paradas Programadas

Se define a Paradas Programadas como aquellas grandes revisiones que son realizadas habitualmente en la época del año que menos afecte a la producción.

Todo el plan de mantenimiento de estas instalaciones debe estar orientado a realizar todas las revisiones necesarias en una época corta y bien definida. Por tal motivo, estas revisiones suponen un aumento de personal y medios técnicos que las plantas en general no pueden abordar con los medios propios; es decir, con el personal habitual y con los medios técnicos con los que están dotadas. En este caso, la planta recurre a solicitar servicio a empresas externas especializadas que pueden suministrar personal especializado en cantidad suficiente, junto con los medios y herramientas específicas para realizar estos trabajos.

2.5.5.2 Paradas por Averías

Se define como Paradas por Averías a aquellas paradas ocurridas por la falla de uno o más equipos, es claro mencionar que éstas pueden ocasionar gran pérdida a la empresa.

2.5.6 Tipos de Mantenimiento

Se definen 3 tipos de Mantenimiento:

2.5.6.1 Mantenimiento Predictivo

Este tipo de mantenimiento consiste en reemplazar o reparar partes, piezas, componentes o elementos justo antes que empiecen producir fallos o lleguen a dañarse. **Pesántez Huerta (2007)** comenta que para realizar dicha acción, el mantenimiento predictivo se basa en la medición, seguimiento y monitoreo de parámetros y condiciones operativas de un equipo o instalación. A tal efecto, se definen y gestionan valores de pre-alarma y de actuación de todos aquellos parámetros que se consideran necesarios medir y gestionar.

En este programa se analizan las condiciones del equipo mientras éste se encuentra funcionando o en operación.

Este mantenimiento es siempre menos costoso y más confiable que el intervalo de mantenimiento preventivo de frecuencia fija, basado en factores como las horas máquina o alguna fecha prefijada.

2.5.6.2 Mantenimiento Preventivo

Este tipo de mantenimiento se define como el conjunto de tareas de mantenimiento necesarias para evitar que se produzcan fallas en instalaciones, equipos y maquinaria en general (prevenir), es denominada también por algunos autores como Mantenimiento Proactivo Programado.

Tiene como objetivo asegurar la disponibilidad permanente de las edificaciones, equipos, sistemas e instalaciones en una Organización, Institución o Empresa, evitando al máximo las paradas forzadas e interferencias en los procesos y actividades inherentes de la Empresa y a las personas que laboran en ella.

El Mantenimiento Preventivo es además un proceso planificado, estructurado y controlado de tareas de mantenimiento a realizar dentro de las recurrencias establecidas, las mismas que generalmente son definidas por los fabricantes, y a falta de éstas se puede recurrir a las mejores prácticas del mercado de este tipo de servicios.

2.5.6.3 Mantenimiento Correctivo

Este tipo de mantenimiento es también denominado mantenimiento reactivo, pues involucra una cantidad determinada de tareas de reparación no programadas con el objetivo de restaurar la función de un activo una vez producido un paro imprevisto (parada forzada).

Las causas que pueden originar un paro imprevisto se deben a desperfectos no detectados durante las inspecciones predictivas, a errores operacionales, a la ausencia de tareas de mantenimiento (reparaciones), a sobre uso o utilización de los equipos fuera de las condiciones normales de operatividad del diseño, a problemas de fabricación de partes o piezas de equipos y, a requerimientos de producción que involucran políticas de utilización de equipo hasta que éste falle.

2.5.7 La Gestión de la Información (Datos e Información)

En el proceso de mantenimiento se genera toda una serie de información que es necesaria gestionar y tratar, para que pueda ser utilizada en la toma de decisiones. Entre esta información están las órdenes de trabajo, los informes de realización de gamas preventivas, los informes de avería o los informes periódicos de mantenimiento. Para ayudar en esta gestión se dispone de herramientas informáticas, o software de mantenimiento que resultan de utilidad en esta labor de tratamiento de la información. A continuación detallamos lo documentado antes mencionados.

- a) **Órdenes de trabajo(O.T.):** Es el primer documento que genera el mantenimiento, en ella éste se indica los puestos de trabajo involucrados, el equipo o instalación en el que se requiere una intervención preventiva o correctiva, se describe también la intervención solicitada y se incluye cualquier otra información que pueda resultar relevante para el trabajo.

Una vez finalizada, en la O.T. se indican la intervención efectuada, el resultado, el tiempo de intervención y los materiales que se han necesitado. La importancia de archivar y gestionar la información de los trabajos de mantenimiento realizados es que resulta de utilidad, entre otros, para los siguientes fines:

- ✓ Para calcular todo tipo de ratios e indicadores, como fuente de información principal para su cálculo.
- ✓ Para saber qué intervenciones ha sufrido un equipo.
- ✓ Para saber cómo se intervino ante un determinado problema, para saber qué se hizo y como, por si volviera a suceder.
- ✓ Para saber la carga de trabajo de un trabajador, o realizar cualquier tipo de reporte sobre la carga de trabajo del departamento de mantenimiento.

- b) **Informes de realización de gamas de mantenimiento:** Tras la realización de una gama de mantenimiento, es conveniente dejar reflejados los resultados de la intervención preventiva efectuada.

- c) **Informes de avería:** Cuando sucede una avería de cierta transcendencia, que ha afectado a los resultados productivos o ha supuesto un alto coste de reparación es conveniente realizar un informe de la avería en el que se identifiquen las causas que lo han provocado, las medidas correctivas tendentes a corregir el problema y las medidas preventivas a adoptar en caso de fallo.

- d) **Informes Mensuales:** La información referente a la operación y la referente a mantenimiento deben integrarse en un único informe, en el que además haya otros

datos adicionales que no están englobados dentro de ninguna de las categorías anteriores.

Así, la información relativa a personal, a seguridad, a gestión medioambiental, mejoras, etc., debería estar considerada dentro de un apartado específico de ese informe mensual.

De esta forma, un posible índice de dicho informe mensual podría ser el siguiente:

- ✓ Resumen ejecutivo
- ✓ Producción
 - Gráficas de disponibilidad, en las que pueda apreciarse la evolución de la planta, con los comentarios oportunos que ayuden a toma de decisiones.
 - Principales incidentes que hayan afectado a los resultados, tanto en la recuperación térmica como en la generación eléctrica, con la identificación de posibles causas.
 - Cantidades empleadas de los principales consumibles: aguas de refrigeración, productos químicos, aceites, etc.
- ✓ Mantenimiento
 - Principales incidentes ocurridos en el mes
 - Mantenimientos programados realizados
 - Inspecciones reglamentarias y resultados
 - Mantenimientos previstos para el periodo siguiente
 - Seguimiento de los indicadores de mantenimiento elegidos
- ✓ Otros

- e) **Informes anuales:** En algunos casos puede ser aconsejable preparar un informe anual como resumen de los diferentes informes mensuales realizados a lo largo del año. La única ventaja de este informe será la recopilación de datos realizada y la facilidad para hacer un repaso histórico de la planta si algún día se necesita.

2.5.8 Indicadores de Gestión

Para conocer el desempeño del departamento de mantenimiento, decidir si debemos realizar cambios o determinar algún aspecto concreto, debemos definir una serie de parámetros que nos permitan evaluar los resultados que se están obteniendo en el área de mantenimiento. Es decir, a partir de una serie de datos, nuestro sistema de procesamiento debe devolvernos una información, una serie de indicadores en los que nos basaremos para tomar decisiones sobre la evolución del mantenimiento.

Una de las cosas que debemos definir es, pues, cuáles serán estos indicadores. En el presente proyecto en el que nos enfocamos se ha considerado los indicadores que se detallan a continuación:

2.5.8.1 Indicadores de Disponibilidad

Se define como el porcentaje del tiempo que dicha instalación ha estado en disposición de producir. La disponibilidad es un indicador que ofrece muchas posibilidades de cálculo y de interpretación. La definición de la fórmula de cálculo de la disponibilidad tendrá un papel vital para juzgar si el departamento de mantenimiento de cualquier instalación está realizando su trabajo correctamente o es necesario introducir algún tipo de mejora.

Matemáticamente la disponibilidad $D(t)$, se puede definir como la relación entre el tiempo en que el equipo o instalación quedó disponible para producir TMEF y el tiempo total de reparación TMPR. Es decir:

$$D(t) = \frac{\sum \text{tiempos disponibles para la producción}}{\sum \text{tiempos disponibles para la producción} + \sum \text{tiempos en mto}}$$

El TMPR o tiempo medio de reparación, depende en general de:

- ✓ La facilidad del equipo o sistema para realizarle mantenimiento
- ✓ La capacitación profesional de quien hace la intervención
- ✓ De las características de la organización y la planificación del mantenimiento

2.5.8.2 Indicadores de Fiabilidad

Es la probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para las que fue diseñado, durante el periodo de tiempo de un mes y bajo las condiciones de operaciones dadas.

- ✓ Tiempo promedio entre falla.- Mide el tiempo que es capaz de operar el equipo a capacidad, sin interrupciones dentro de un periodo considerado de un mes.

$$TPEF = \frac{HROP}{\sum NTFALLAS}$$

En donde:

HROP = Horas de Operación o horas de producción

NTFALLAS = Numero de Fallas detectadas.

2.5.8.3 Indicadores de Mantenibilidad

Es la probabilidad de que un equipo en estado de fallo, pueda ser reparado a una condición especificada en un periodo de tiempo de un mes, y usando unos recursos determinados.

Por tanto, la media de tiempos de reparación (TPPR) caracteriza la mantenibilidad del equipo.

$$TPPR = \frac{TTF}{\sum NTFALLAS}$$

En Donde:

TTF = Tiempo Total de Fallas

NTFALLAS = Numero de Fallas detectadas

CAPITULO III. ESTADO DEL ARTE

3.1 Comparativa de los ERP:

De entre las distintas empresas desarrolladoras de productos de software ERP existentes tenemos a Oracle, Microsoft y SAP como las de mayor prestigio dentro del mercado, de las cuales se muestra la siguiente comparativa:

Detalles\Empresa		ORACLE	MICROSOFT DYNAMICS	SAP
Datos Básicos	Nombre de producto	Oracle E-Business Suite	Microsoft Dynamics AX	SAP ERP
	Versión	Release 12	AX 7 Ranier 2015	SAP ERP 6.0
	Rango usuario	25-1000+	5-2,250	
	Plataforma de base de datos	MS SQL Server, Progress, IBM DB2, Other, Oracle, Proprietary`, Cloud-Based (Saas)	MS SQL Server, Oracle, Cloud-Based (Saas), Microsoft Azure	DB2 FOR Z/OS, DB2 LUW 64-BIT, DB2/400, MAXDB 64-BIT, MS SQL SERVER X86_64, ORACLE 64-BIT, SAP ASE FOR BUSINESS SUITE, SAP HANA DATABASE
	Sistema Operativo del servidor	Mac OS, Linux, Windows, Unix, Novell Netware, Solaris, AIX, HP-UX, i Operating System	Windows	AIX 64, HP-UX ON IA64, LINUX FOR ZSERIES, LINUX ON POWER, LINUX ON X86_64, OS/400, SOLARIS FOR X64, SOLARIS/SPARC 64, WINDOWS FOR X86_64, Z/OS
	Cantidad de Clientes	37000	20000	50000
Módulos y/o Funcionalidades	Administración de materiales(MM)	Gestión de Inventario	Controles de Inventario	MRP: Planificación de Necesidades de Materiales
		Gestión de Almacenes	Fabricación	PUR: Gestión de Compras
			Planificación de Materiales	IM: Gestión de Inventarios
			Gestión de Almacenes	WM: Gestión de Almacenes
				IV: Verificación de Facturas
				IS: Sistema de Información
				EDI: Intercambio Electrónico de Datos
	Gestión de pedidos de cliente(SD)	Gestión de Socios de Oracle	Ventas y Marketing	MD: Datos Maestros de Ventas
		Citando	Gestión de Ventas	SLS: Gestión de Ventas
		Gestión de Ventas		GF: Gestión de Tarifas y Condiciones de Precio

		Propuesta de Ventas		SHP: Gestión de Expediciones
				BIL: Facturación
				IS: Sistema de Información
				EDI: Intercambio Electrónico de Datos
	Gestión financiera(FI, CO)	Libro Mayor	AR / AP	GL: Contabilidad Mayor
		Cuentas por Pagar	Características Financieras, Dinámicas AX y Resumen	LC: Consolidación de Sociedades
		Seguimiento de Activos	Activos Fijos	AR: Cuentas a Cobrar
			Libro Mayor	AP: Cuentas a Pagar
			Internacional	AA: Gestión de Activos
			Contabilidad de Proyectos	SL: Special Ledger(Libros de Contabilidad Especiales)
	Gestión de la producción(PP)	Programación de la Producción	Lista de Materiales	BD: Datos Básicos de Producción
		Proyecto de Costeo	Constructor de Producto	SOP: Gestión de la Demanda
		Gestión de Taller	Características Clave de Producción	MP: Plan Maestro
				CRP: Plan de Capacidades
				MRP: Planificación de Necesidades de Materiales
				SFC: Órdenes de Fabricación
				PC: Costes de Producto
				IS: Sistema de Información
				PI: Industria de Procesos
				CFG: Configuración de Producto
	Gestión de la cadena de suministro(SCM)	ejecución de la Cadena de Suministros	Características Clave de la Cadena de Suministros	
		Planificación de la Cadena de Suministros		
	Gestión de Recursos Humanos			EMP: Datos de Personal
				APP: Selección de Personal
				PAY: Nóminas
				SCM: Gestión de la Información
				PD: Desarrollo del Personal
				TIM: Gestión de Tiempos

Tabla N° 2. Cuadro comparativo de ASAP, RUP y SCRUM

Después de evaluar las alternativas, la gerencia decidió implementar SAP ERP el año 2013 ya que es un ERP que tiene más funcionalidades. Se implementaron los módulos Finanzas, Logística, Control y Recursos Humanos.

3.2 Justificación de la metodología

Hay muchos, aspectos por los cuales un proyecto no sale como se desea, ya sea por excederse en el tiempo inicialmente proyectado, errores de diseño, errores de codificación, cambios del negocio en el transcurso del proyecto, una inadecuada gestión de proyectos y en general son muchos los factores a controlar que hacen un gran reto sacar adelante un proyecto de índole tecnológico.

Según la envergadura del proyecto a enfrentar es directamente su complejidad y por ende el número de entregables a manejar en cada fase del ciclo de vida del proyecto, para poder tener un adecuado control sobre él. Muchas veces los entregables que se definen en un proyecto surgen por la misma necesidad natural del proyecto, pero debemos tener cuidado en no caer en los extremos de tener un exceso de documentación para todo o en tener una documentación escasa.

En el anterior capítulo se explicó en qué consiste la metodología ASAP. Ahora se explicará metodología Rational Unified Process (RUP) que está basada en las mejores prácticas como por ejemplo administración de requerimientos, gerencia de cambios y verificación continua de la calidad; y control en el ciclo de vida del desarrollo de sistemas.

El RUP es un proceso de ingeniería de software bien estructurado, está claramente definido quién es responsable de qué, cómo las cosas son hechas y cuándo deben hacerse. El RUP provee una buena definición de la estructura del ciclo de vida en un proyecto, se identifican hitos importantes y puntos de decisión.

El proceso puede ser descrito en dos dimensiones o ejes:

Eje horizontal: Representa el tiempo y es considerado el eje de los aspectos dinámicos del proceso. Indica las características del ciclo de vida del proceso expresado en términos de fases, iteraciones e hitos. Se puede observar en la Figura 12 que RUP consta de cuatro fases: Inicio, Elaboración, Construcción y Transición. Como se mencionó anteriormente cada fase se subdivide a la vez en iteraciones.

Eje vertical: Representa los aspectos estáticos del proceso. Describe el proceso en términos de componentes de proceso, disciplinas, flujos de trabajo, actividades, artefactos y roles.

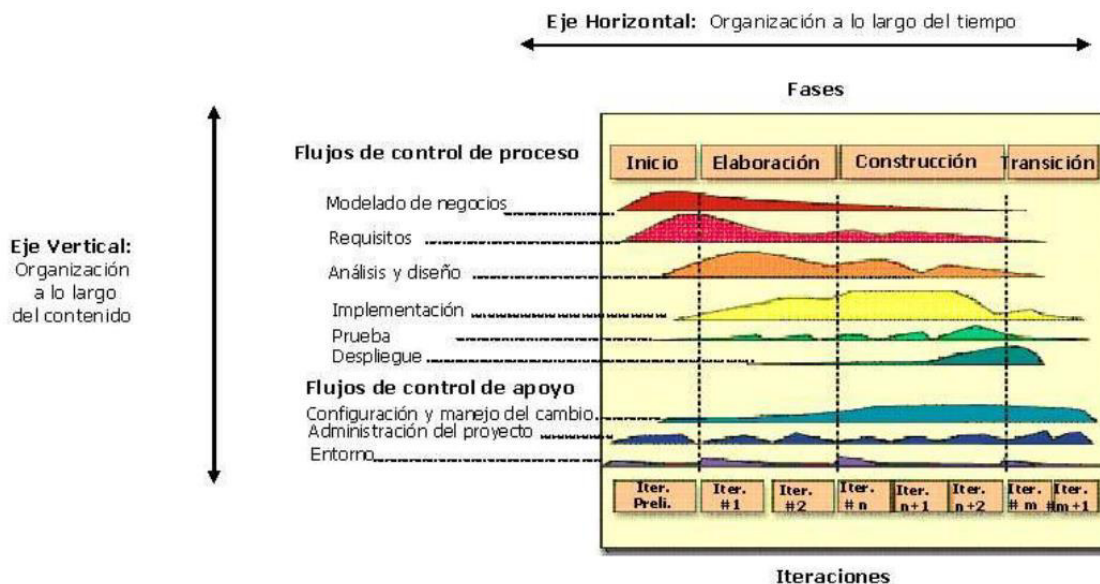


Figura N° 15. Ciclo de vida de RUP

RUP permite a los usuarios producir una gran variedad de procesos, las configuraciones de RUP permite adaptarse si ningún problema desde escalas de poca ceremonia hasta las que requieren alta ceremonia dependiendo de las necesidades del proyecto. RUP promueve ser fuertemente iterativo y maneja riesgos en el desarrollo haciendo frecuentemente integración y pruebas. Hay también alguna flexibilidad entre el eje de Cascada/iterativo y algunas compañías lo usan de la forma de cascada.

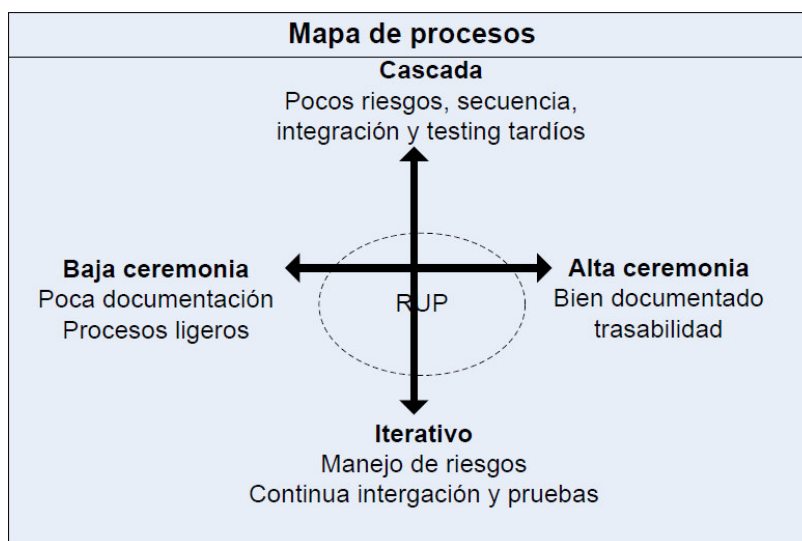


Figura N° 16. Mapa de procesos RUP

La metodología ágil SCRUM es un proceso ágil y liviano que sirve para administrar y controlar el desarrollo de software. El desarrollo se realiza en forma iterativa e incremental (una iteración es un ciclo corto de construcción repetitivo). Cada ciclo o iteración termina con una pieza de software ejecutable que incorpora nueva funcionalidad. Las iteraciones en general tienen una duración entre 2 y 4 semanas.

Está diseñado especialmente para adaptarse a los cambios en los requerimientos, por ejemplo en un mercado de alta competitividad. Los requerimientos y las prioridades

se revisan y ajustan durante el proyecto en intervalos muy cortos y regulares. De esta forma se puede adaptar en tiempo real el producto que se está construyendo a las necesidades del cliente. Se busca entregar software que realmente resuelva las necesidades, aumentando la satisfacción del cliente.

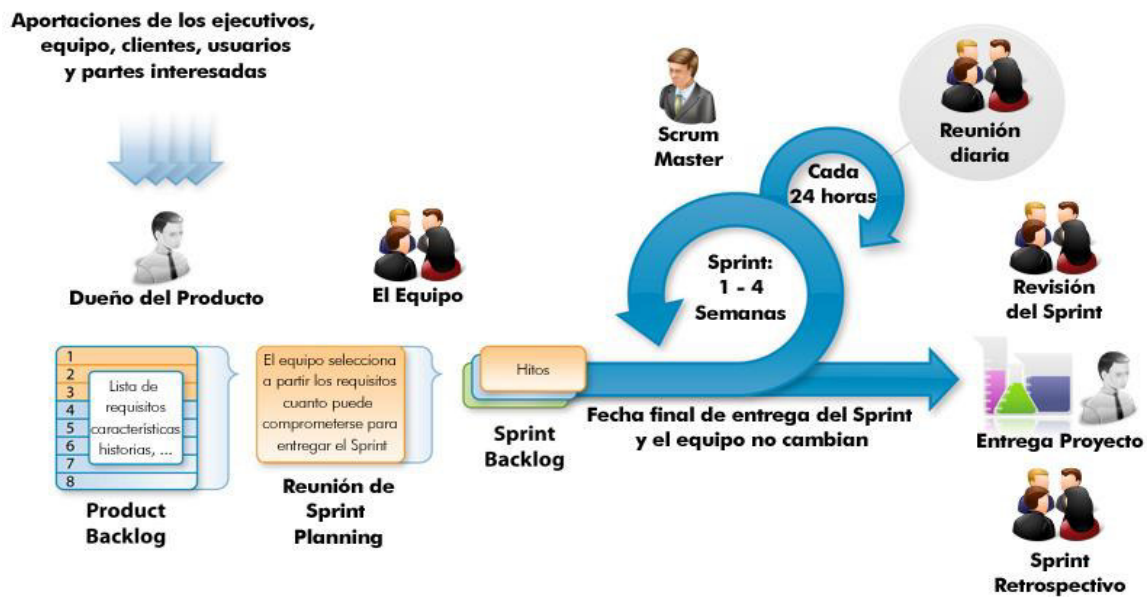


Figura N° 17. Metodología SCRUM

A continuación se muestra un cuadro comparativo e ASAP, RUP y SCRUM.

	RUP	SCRUM	ASAP
Modelo	Espiral	Iterativo	Cascada
Etapas	Inicio Elaboración Construcción Transición	Iteraciones	Preparación del proyecto Business Blueprints Realización Salida en Vivo y Soporte Operar
Dominio del negocio	Bajo	Regular	Alto
Tiempo de desarrollo	Bajo	Bajo	Medio
Costo del proyecto	Alto	Medio	Medio
Volumen de documentación	Alto	Bajo	Bajo
Disponibilidad de recursos del área usuaria y consultores	Algunos	Algunos	Todos
Programador	Estrecha relación con el cliente	Trabaja con el usuario a medida que avanza el proyecto	Estrecha relación con el cliente
Ventajas	El tiempo de desarrollo requerido es bajo debido a la	Alto nivel de comunicación y colaboración	Combina las mejores prácticas incluyendo ITIL y PMBOK

	reutilización de código.		
Desventajas	En proyectos pequeños, es posible que no se puedan cubrir los costos de dedicación del equipo de profesionales necesarios.	Documentación liviana y poco control sobre el proyecto	Alto costo de disponibilidad recursos avocados al proyecto

Tabla N° 3. Cuadro comparativo de ASAP, RUP y SCRUM

Para este proyecto se utilizará la metodología ASAP. SAP es un sistema altamente modular y configurable, en el cual se programa la parte respectiva a las personalizaciones de la plataforma. Para estas personalizaciones ya se tiene una plataforma tanto de hardware y software. SAP provee al programador una arquitectura y un modelo de datos suficientemente completo como para llevar a cabo las tareas de personalización en el sistema y es por esto que la metodología ASAP se centra en la captura de los procesos del negocio y trasladarlos a la plataforma SAP con sus módulos básicamente.

3.3 Casos de éxito

3.3.1 Implantación del módulo de PM (mantenimiento de planta) de SAP® R/3®, en un laboratorio farmacéutico

Este trabajo de investigación es una tesis realizada en México por Jorge López Flores en el año 2011. Se describieron las actividades realizadas como coordinador del sistema SAP dentro de la empresa en la cual se llevó a cabo la implementación. Se enfocó en la implementación del módulo de PM (mantenimiento de planta), los puntos de integración de procesos de mantenimiento de planta con los módulos de gestión de inventarios, costos y planificación de producción.

En la etapa de preparación del proyecto se estableció lo siguiente:

- Se deberán cubrir los conceptos de mantenimiento preventivo y correctivo, solo para una de las sociedades del grupo, dejando las bases para ampliarlo a las otras sociedades cuando sea necesario.
- El mantenimiento preventivo se aplicará para las maquinarias e instalaciones necesarias para la operación de la planta y deberá estar basado en un programa.
- El mantenimiento correctivo, se aplicará también sobre las maquinarias e instalaciones clave y además sobre el mobiliario e instalaciones no productivas cuando estas requieran algún servicio.
- El proyecto se desarrollará exclusivamente con recursos propios de la empresa, es decir, no se contratará consultoría.
- Las soluciones planteadas se apegarán totalmente al estándar del sistema y no se harán desarrollos a menos que sea indispensable.

Se estableció solo un indicador para este proyecto, el cual reportaría el avance del mismo. Se definió el avance como el número de procesos concluidos entre el total de procesos a desarrollar.

En la fase de definición de los BBP (Business Blueprints) el punto de partida fue crear un diagrama donde se muestra la estructura organizacional de la empresa desde el punto de vista del mantenimiento, es decir, como se ve la planta en función de las labores de mantenimiento.

Quedó definido también, la clase de mantenimiento que tendrá cada área de la siguiente forma:

- Preventivo:
 - ✓ Mantenimiento a equipos.
 - ✓ Calibraciones.
 - ✓ Seguridad.
- Correctivo:
 - ✓ Todas las áreas.

En las siguientes fases se prosiguió con la implementación, la carga masiva de la data maestra y la realización de pruebas unitarias e integrales.

Se integró el módulo de mantenimiento con la gestión de almacenes e inventarios. El consumo de los materiales que son usados en los trabajos de mantenimiento debe ser registrado de tal forma que los saldos de inventario sean correctos y aporten su valor, al costo del trabajo de mantenimiento. A través de la orden de mantenimiento, se puede realizar este consumo.

También se integró el módulo de mantenimiento con el módulo controlling. Las órdenes de mantenimiento asumieron el rol de colectores de costos, de tal forma que todos los recursos y materiales usados para un trabajo de mantenimiento, se cargan a la orden y ésta totaliza todos esos cargos y devuelve el valor total del mantenimiento. Para este proyecto, sólo se tomaron en cuenta dos elementos que aportan costo:

- Los materiales consumidos.
- Las horas hombre requeridas.

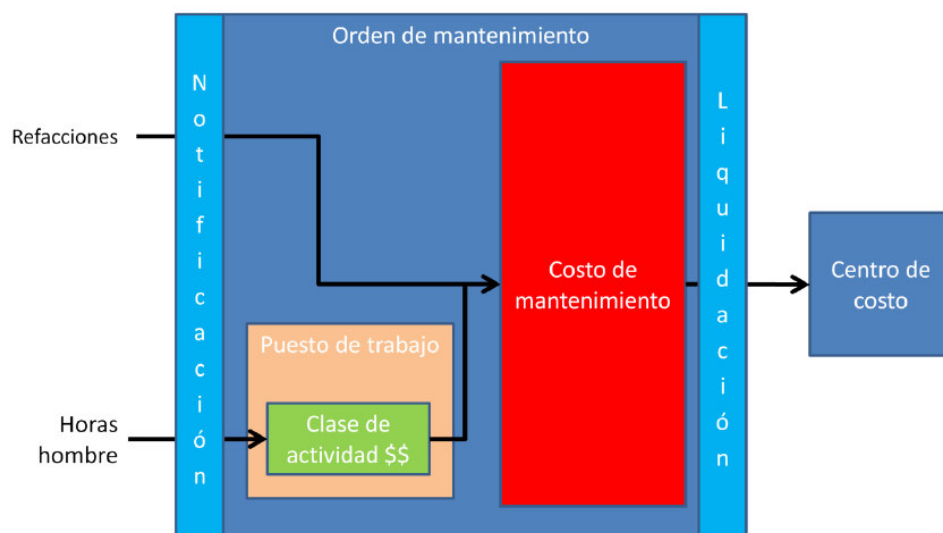


Figura N° 18. Costeo de una orden de mantenimiento

El objetivo de este proyecto fue tener un registro adecuado y una administración de las operaciones de mantenimiento a través del sistema y de esta forma tener soporte de dichas actividades y reportes de las mismas.

Beneficios

- 1) Se logró realizar una estructura organizacional de mantenimiento la cual se observa en la Figura 19.

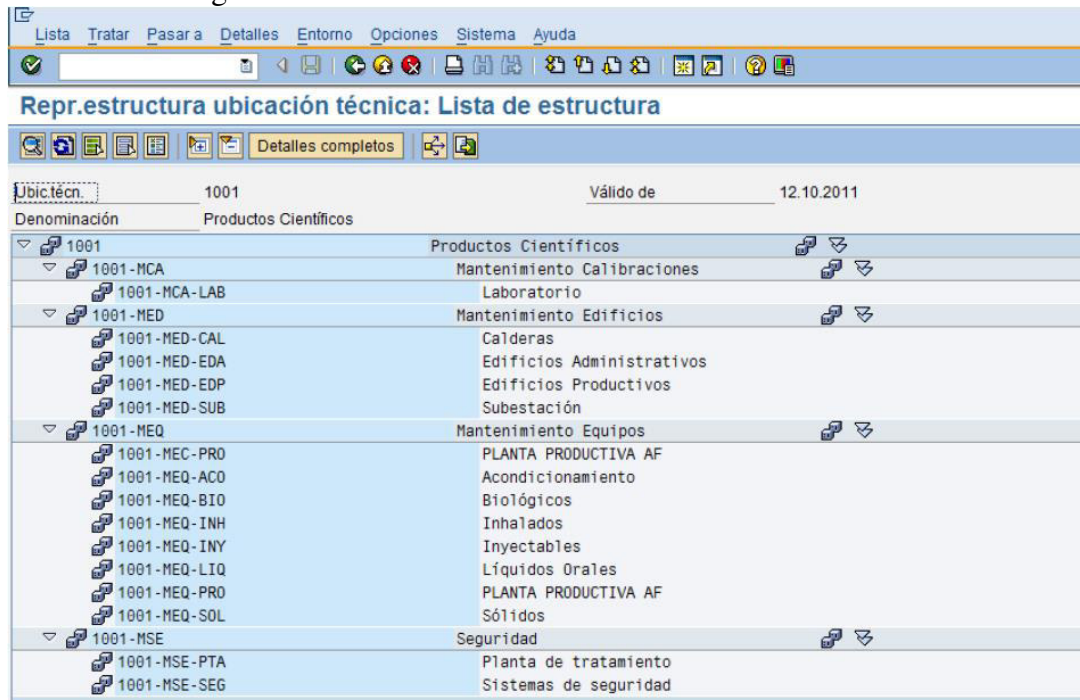


Figura N° 19. Estructura de mantenimiento

- 2) Se generaron reportes de desempeño (paros de equipo por mantenimiento), el cual da una visión del impacto que tiene para la producción de la planta.

Análisis paradas: Desglose

Clase de objeto:

Cantidad Equipo: 10

Equipo	Parad. ef.	MnTmToRepair	MnTmBetRepair	Time Bet. Rep	Time TO Repair
Total	41	0.008 H	451.623 H	18,516.550 H	0.336 H
EMBLISTADORA	2	0.017 H	417.192 H	834.383 H	0.034 H
ENCELOFANADORA	11	0.011 H	182.955 H	2,012.500 H	0.117 H
ETIQUETADORA	2	0.009 H	1,021.184 H	2,042.367 H	0.017 H
GRANULADOR OSCILATOR	2	0.009 H	1,113.967 H	2,227.933 H	0.017 H
HORNO DE ESTERILIZAC	1	0 H	2,361.783 H	2,361.783 H	0 H
HORNO DE LECHO FLUID	2	0 H	1,038.325 H	2,076.650 H	0 H
HORNO DE LECHO FLUID	1	0.017 H	2,146.817 H	2,146.817 H	0.017 H
HORNO DE LECHO FLUID	1	0.017 H	2,213.717 H	2,213.717 H	0.017 H
LLENADORA DE LIQUIDO	1	0.017 H	1,099.167 H	1,099.167 H	0.017 H
MAQUINA LLENADORA Y	18	0.006 H	83.402 H	1,501.233 H	0.100 H

Figura N° 20. Reporte de paros por mantenimiento

- 3) Se logró contar con un programa de mantenimiento de los equipos principales y también tener la capacidad de darle seguimiento.

- 4) Con la implementación del módulo de mantenimiento fue posible la medición de los costos generados por los trabajos de mantenimiento realizados.

3.3.2 Plan de Lubricación con aplicación del Software SAP, módulo Mantención, en la Empresa Masisa Planta Puschmann

Este trabajo de investigación corresponde a una tesis realizada en Chile por Kermes Jeremías Mella Castillo sobre la empresa Masisa Planta Puschman, el cual tiene por objetivo la implementación del módulo PM de SAP como mejora para el proceso de lubricación de las maquinarias. Se comenta lo siguiente:

La empresa Masisa adquirió el SAP R/3, uno de los mejores productos de software dentro del mercado, con la finalidad de planificar las lubricaciones que realiza a sus equipos. Para ello tuvo que tomar en cuenta que el módulo Mantenimiento de Planta de SAP contempla 5 opciones de estructuración:

- a) Estructura funcional.
- b) Estructura por objetos.
- c) Estructura desde una perspectiva técnica.
- d) Estructura desde una perspectiva de contabilidad.
- e) Combinación de las opciones de Estructuras.

De las cuales eligió Realizar una estructuración desde una perspectiva técnica, con la cual logró bosquejar la implementación del proyecto, tal como se muestra en la siguiente gráfica:

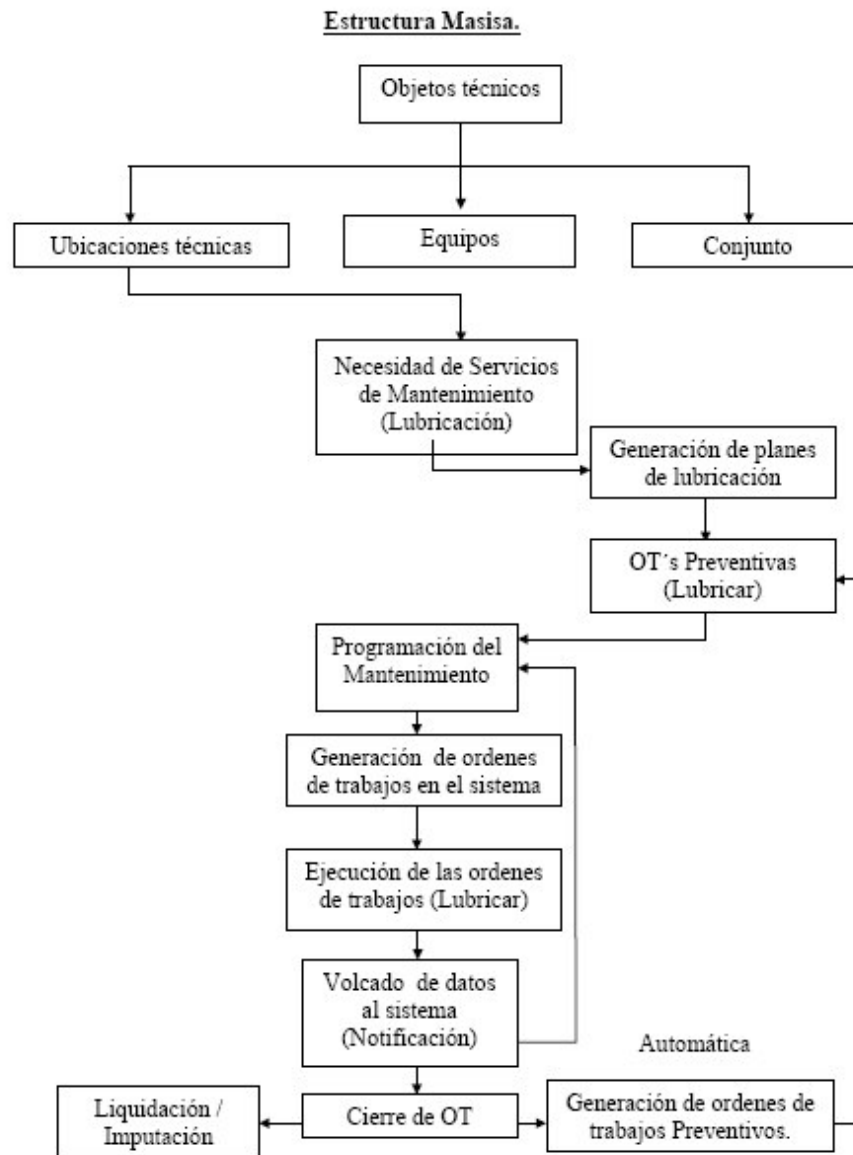


Figura N° 21. Resumen de la opción de estructuración seleccionada por Masisa S.A. para implementar el módulo de mantenimiento, siendo esta, la estructura desde una perspectiva técnica.

Tomando en cuenta este tipo de estructura, lo siguiente que se tomó en cuenta fue:

- Considerar como alternativas divisorias las líneas o áreas de los procesos productivos en la determinación de las ubicaciones técnicas.
- Identificar las máquinas y equipos, situados dentro de las ubicaciones técnicas, y señalar los puntos de lubricación existente en cada uno de ellos.
- Elegir los tipos de lubricantes y las frecuencias de mantenimiento, apoyándose de criterios que puedan dar algunos proveedores.
- Establecer una adecuada distribución de las ordenes de trabajo, considerando los factores que establecen la estructura del módulo para la generación de planes, las que tienen a su vez, una directa relación con las frecuencias de lubricación. Todo esto, con

la finalidad de determinar las correctas fechas de iniciación para los distintos periodos de lubricación.

Beneficios:

De la experiencia en el desarrollo del proyecto se pudo identificar lo siguiente:

- 1) La creación de ubicaciones técnicas logró generar un gran aporte al momento de identificar con gran facilidad las máquinas y equipos por medio de códigos establecidos; asimismo, fue posible destinar recursos y llevar un control más expedito de todos los trabajos y movimientos realizados en dichas ubicaciones.
- 2) Surgió un inconveniente al momento de querer identificar un elemento de la máquina sin conocer la ubicación técnica a la cual pertenece, esto fue regularizado subdividiendo las ubicaciones técnicas en equipos individuales.
- 3) Se identificó con detenimiento cada punto de lubricación para tener la certeza de incluir a todos y no olvidar a ninguno, ya que alguna falta podría traer como consecuencias daños a las máquinas y/o detenciones imprevistas en la producción.
- 4) Se rescató que los porcentajes y tolerancias establecidas en los planes, tienen directa relación con el número de puntos a lubricar, la frecuencia del mantenimiento y la cantidad de personas encargadas a trabajar como lubricantes. Este punto es muy importante ya que se busca evitar recargar el trabajo al lubricador, de tal forma que se pueda realizar una labor con mayor eficiencia.
- 5) Existe la posibilidad de que el lubricador pueda adelantarse a su trabajo, y notificar órdenes de lubricación que aún no ha realizado, lo que traería graves consecuencias en el caso en que se olvidara hacer efectiva dicha orden.
- 6) Gracias a las ventajas de SAP, es posible ver reflejado una notable disminución de las labores administrativas y un aumento en el control y seguridad en los trabajos, lo que se traduce en un menor costo en las operaciones de mantenimiento.
- 7) SAP permite priorizar los mantenimientos a través de un análisis de fallas.
- 8) SAP permite justificar las acciones en el mantenimiento, focalizando recursos y efectuando un seguimiento de la maquinaria.
- 9) Las operaciones de mantenimiento programadas van a cumplirse siempre y cuando exista la total disponibilidad del lubricador y que el trabajo realizado por éste se encuentre en el plazo asignado; casos excepcionales, se debe reprogramar las órdenes de mantenimiento ya que podría ocurrir que en algún momento el trabajador se quede sin trabajos por realizar o, de lo contrario, no logré abastecerse con la realización de todos los trabajos.

CAPITULO IV. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN O DEL ESTUDIO

La implementación del módulo PM se realizó siguiendo las fases de la metodología ASAP.

4.1 Fase 1. Preparación del Proyecto

Este es el punto de arranque del proyecto, aquí son definidos los objetivos y el alcance. Se integra el equipo de trabajo y se establecen los estándares gerenciales como el comité de dirección, indicadores de avance y cualquier otro control que se requiera.

Premisas establecidas para el proyecto descrito en este trabajo:

- Se deberán cubrir los conceptos de mantenimiento preventivo y correctivo.
- El mantenimiento preventivo se aplicará para la maquinaria e instalaciones necesarias para la operación de la planta y deberá estar basado en un programa.
- El mantenimiento correctivo, se aplicará también sobre maquinaria e instalaciones clave y además sobre el mobiliario e instalaciones no productivas cuando estas requieran algún servicio.

Participantes en el proyecto

Equipo de trabajo
Coordinación SAP
Equipo de soporte SAP
Jefes y supervisores de mantenimiento

Comité de dirección
Superintendencia de Producción
Superintendencia de Mantenimiento
Jefatura de TI

Los objetivos que se plantearon son los siguientes:

- Gestionar los mantenimientos correctivos, preventivos y predictivos.
- Obtener indicadores a partir de la información ingresada al sistema.
- Capacitar a los key users en la utilización del módulo PM.

De acuerdo a estos objetivos se definieron los siguientes alcances:

- Definir una estructura organizativa de mantenimiento.
- Realizar la integración con los demás módulos.
- Gestionar los mantenimientos mediante Avisos y Órdenes de Mantenimiento.

- Gestionar los mantenimientos preventivos mediante estrategias definidas por los key users.
- Generar reportes de indicadores ya definidos en la Superintendencia de Mantenimiento y que actualmente se están realizando en Excel.

Se elabora el Plan de proyecto de implementación del módulo PM (ver anexo A).

4.2 Fase 2. Business Blueprints

Aquí se trata de entender como la organización y SAP pueden acoplarse, además de asegurar que se tiene un entendimiento apropiado de los requerimientos. Se trata entonces de modelar los procesos empresariales en términos de la funcionalidad de SAP y la integración de los mismos.

El punto de partida, fue crear un diagrama donde se muestra la estructura organizacional de la empresa desde el punto de vista del mantenimiento, es decir, como se ve la planta en función de las labores de mantenimiento.

La estructura organizativa se ve de la siguiente manera:

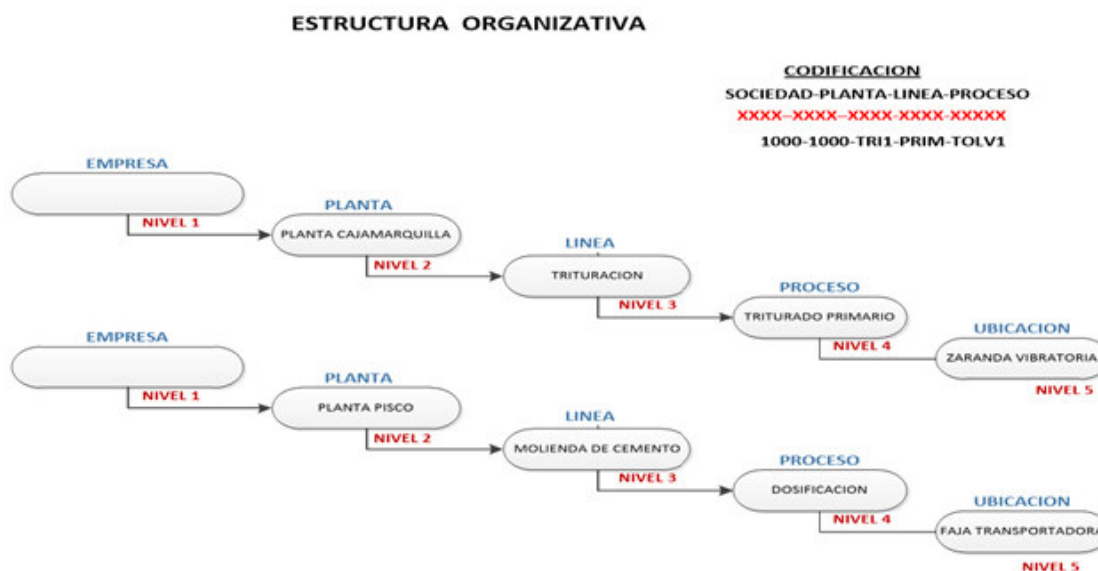


Figura N° 22. Estructura organizativa.

Toda la estructura organizacional de la empresa es data maestra la cual es definida por los key users. Esta información es entregada en un formato Excel (ver anexo B).

Se definió también la estructura que tendrán las ubicaciones técnicas.

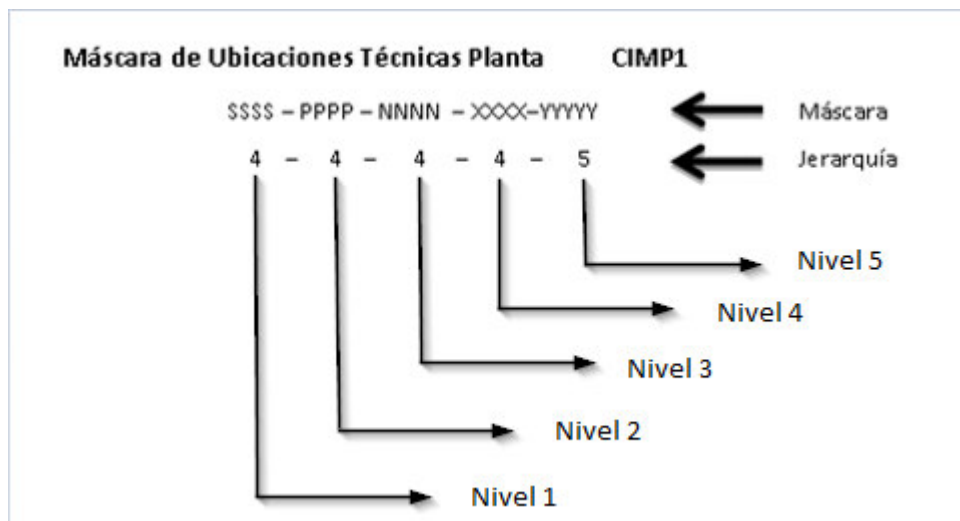


Figura N° 23. Máscara de Ubicaciones Técnicas.

Nivel 1: Identificara a una Unidad de Negocio, identificación genérica para dividir los diferentes Negocios que tendrá la empresa. Está definida con cuatro (4) caracteres alfanuméricos.

Nivel 2: Corresponde a la primera división del Negocio, identificara a una determinada Planta Industrial. Se define con cuatro (4) caracteres alfanuméricos.

Nivel 3: Corresponde a la segunda división del Negocio, identificara a una determinada Línea de proceso, que agrupa Máquinas y equipos que realizan una gestión determinada. Se define con cuatro (4) caracteres alfanuméricos.

Nivel 4: Corresponde a la tercera división del Negocio, identificara a un determinado Sub proceso que corresponde a un proceso de línea de producción que agrupa máquinas y equipos. Se define con cuatro (4) caracteres alfanuméricos.

Nivel 5: Corresponde a la cuarta división del Negocio, identificara a las máquinas y equipos. Se define con cinco (5) caracteres alfanuméricos.

Seguido a esto se definieron los equipos y su nomenclatura en Mantenimiento (ver Anexo B). Estos equipos están dentro la estructura organizacional y se encuentran dentro de una ubicación técnica.

En esta fase también se definió los puestos de trabajo de mantenimiento:

Tipo Pto.Trabajo	Cód.Pto.Trabajo	Descripción
Responsable	JEFEELE	Jefe de Mantenimiento Eléctrico
Responsable	JEFEMEC	Jefe de Mantenimiento Mecánico
Responsable	JEFEOBR	Jefe de Obras civiles
Ejecutor	MECPLA	Mecánico Planta
Ejecutor	ELEPLA	Eléctrico Planta

Ejecutor	EXTSTU	MO Externa
Ejecutor	EXTPRO	MO Externa - Producción

Tabla N° 4. Puestos de trabajo de mantenimiento.

Un punto importante en esta fase es definir las clases de aviso de mantenimiento. Estas son las siguientes:

CODIGO	DENOMINACION	DESCRIPCION
AE	AVISO DE EMERGENCIA	Este tipo de aviso indicara asistencia para una maquina PARADA, es decir fuera de operación la cual será atendida de manera INMEDIATA, porque ha generado paralización de la línea de producción.
AC	AVISO CORRECTIVO	Este tipo de aviso se utilizara para reportar averías en las máquinas y equipos de la planta, que NO involucra PARADA de línea de producción.
AF	AVISO DE FABRICACION, INSTALACION Y MEJORAS	Este tipo de aviso se utilizará para atender actividades de mantenimiento y proyectos, que impliquen mejoras en las instalaciones y equipos de la planta y que se podrán programar adecuadamente.
AI	AVISO DE INFRAESTRUCTURA	Este tipo de aviso atenderá solamente para actividades de construcción civil.
AM	AVISO DE MOBILIARIOS	Este tipo de aviso atenderá solamente actividades de fabricación de mobiliarios de uso de oficina y otros.
AP	AVISO DE DOCUM. PREVENTIVO	Este tipo de aviso se utilizará para documentar la información de las órdenes de mantenimiento preventivas.
AD	AVISO DE DOCUM. PREDICTIVO	Este tipo de aviso se utilizará para documentar la información de las órdenes de mantenimiento predictivas.

Tabla N° 5. Avisos de Mantenimiento.

El flujo de un aviso es el siguiente:

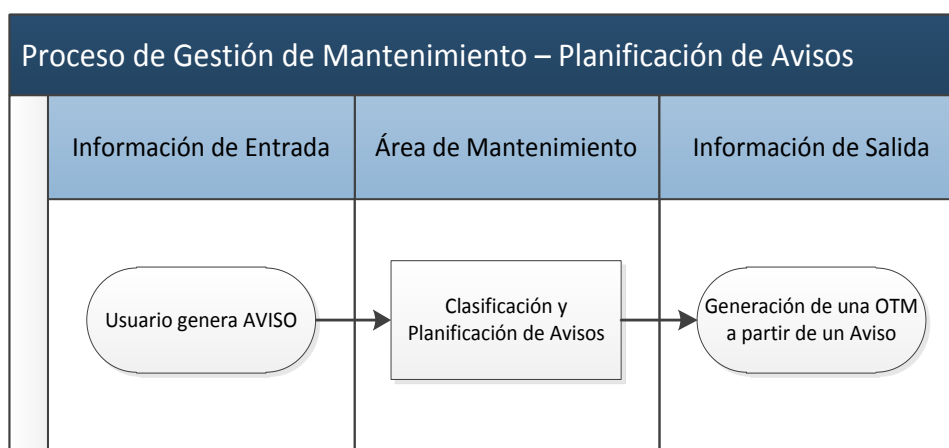


Figura N° 24. Flujo de aviso de mantenimiento.

Asimismo, las órdenes de mantenimiento también tienen un flujo:

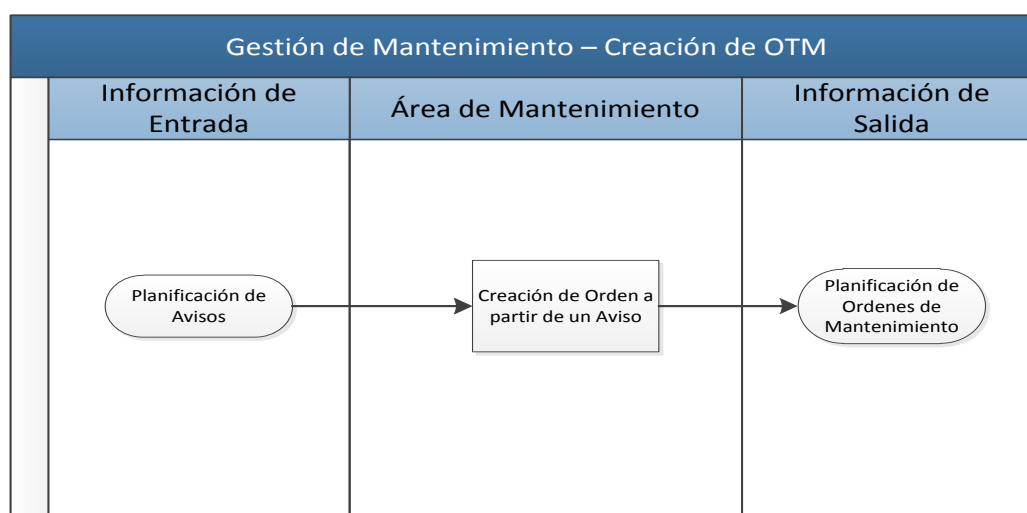


Figura N° 25. Flujo de una orden de mantenimiento.

Las órdenes de mantenimiento relacionadas a avisos:

AVISO		ORDEN DE MANTENIMIENTO	
TIPO	DENOMINACION	TIPO	DENOMINACION
AE	AVISO DE EMERGENCIA	OTEM	ORDEN DE MANTENIMIENTO POR EMERGENCIA
AC	AVISO CORRECTIVO	OTCO	ORDEN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO
AF	AVISO DE FABRIC, INSTALACION Y MEJORAS	OTFM	ORDEN DE FABRICACION, INSTALACION Y MEJORAS

AI	AVISO DE INFRAESTRUCTURA	OTIN	ORDEN DE MANTENIMIENTO PARA INFRAESTRUCTURA
AM	AVISO DE MOBILIARIOS	OTCA	ORDEN DE MANTENIMIENTO PARA CARPINTERIA
AD	AVISO DOC. PREDICTIVO	OTPD	ORDEN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO
AP	AVISO DOC. PREVENTIVO	OTPV	ORDEN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Tabla N° 6. Órdenes de Trabajo relacionadas a Avisos.

OTEM Orden de Mantenimiento por Emergencia. Se trabajará con estas órdenes, todas las actividades que acarren gastos e intervenciones de emergencia en las máquinas y equipos porque han producido paralización de la línea de producción.

OTCO Orden de Mantenimiento Correctivo. Se está considerando trabajar con este tipo de orden a todas las actividades correctivas que sean pueden programar y que no interrumpen la línea de producción continua.

OTPV Orden de Mantenimiento Preventivo. Se está considerando este tipo de orden, a todo activad preventiva en las máquinas y equipos, para prevenir que exista sucesos correctivos o emergencia.

OTPD Orden de Mantenimiento Predictivo. Se está considerando trabajar con este tipo de orden, a todo tipo de trabajo que involucre una actividad predictiva como mediciones y análisis en los equipos y máquinas para evaluar su funcionamiento y predecir alguna posible anomalía.

OTFM Orden de Fabricación, Instalaciones y Mejoras. Se ha considerado trabajar con esta orden para todos los trabajos que involucren una fabricación, instalación o modificaciones en las máquinas, equipos, y activos nuevos en curso.

OTIN Orden de Infraestructura. Se está considerando trabajar con esta orden, todos los trabajos de obras civiles (paredes, techos, y otros).

OTCA Orden de Carpintería. Se está considerando trabajar con esta orden, todos los trabajos de muebles a realizar por carpintería.

Lo siguiente que se define es la ejecución de la orden de mantenimiento y el cierre de la orden de mantenimiento:

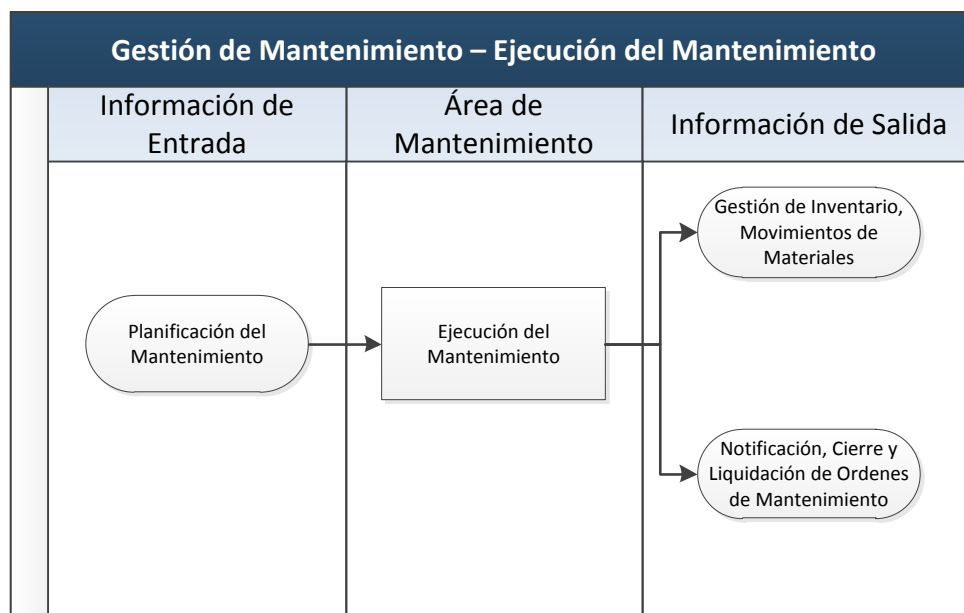


Figura N° 26. Flujo de ejecución de mantenimiento.

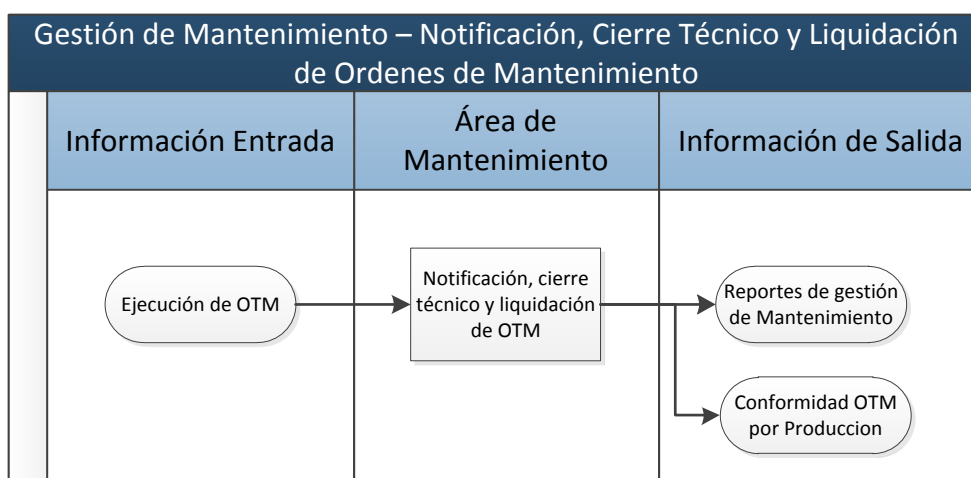


Figura N° 27. Flujo de Notificación, cierre técnico y liquidación de Órdenes de Mantenimiento.

Para ver los flujos a detalle ver el Anexo C, en el cual se encuentran los documentos BBP.

Hasta aquí se ha definido el flujo de los avisos y las órdenes de mantenimiento hasta su cierre; pero para el caso de las órdenes de mantenimiento preventivo se tiene un flujo diferente en su etapa inicial, ya que estas órdenes son lanzadas automáticamente de acuerdo a un plan de mantenimiento definido.

Los planes de mantenimiento describen las medidas de mantenimiento preventivo y de inspección que se deben realizar en objetos de mantenimiento. Describen las fechas y el alcance de las medidas que se realizarán en los objetos técnicos.

4.3 Fase 3. Realización

Una vez que se han modelado los procesos empresariales en la fase anterior, el equipo de proyecto inicia la fase de realización o construcción de la solución. La construcción de la solución consiste en realizar las configuraciones necesarias para que los procesos definidos en los BBP, funcionen como se ha especificado.

Se desarrollaron formularios a la medida para las órdenes de mantenimiento y para los informes de mantenimiento.

También se desarrolló un reporte de indicadores que es presentado a la Gerencia mensualmente. Este reporte muestra los siguientes indicadores:

- Mantenibilidad.
- Fiabilidad.
- Disponibilidad.

En esta etapa se capacita a los usuarios clave en la utilización, funcionalidades y transacciones del módulo de mantenimiento, para que una vez capacitados realicen las pruebas unitarias e integrales.

La capacitación consiste en exposiciones de todo el módulo mostrando todo el flujo que deberán seguir los usuarios.

En la siguiente figura se muestra el flujo

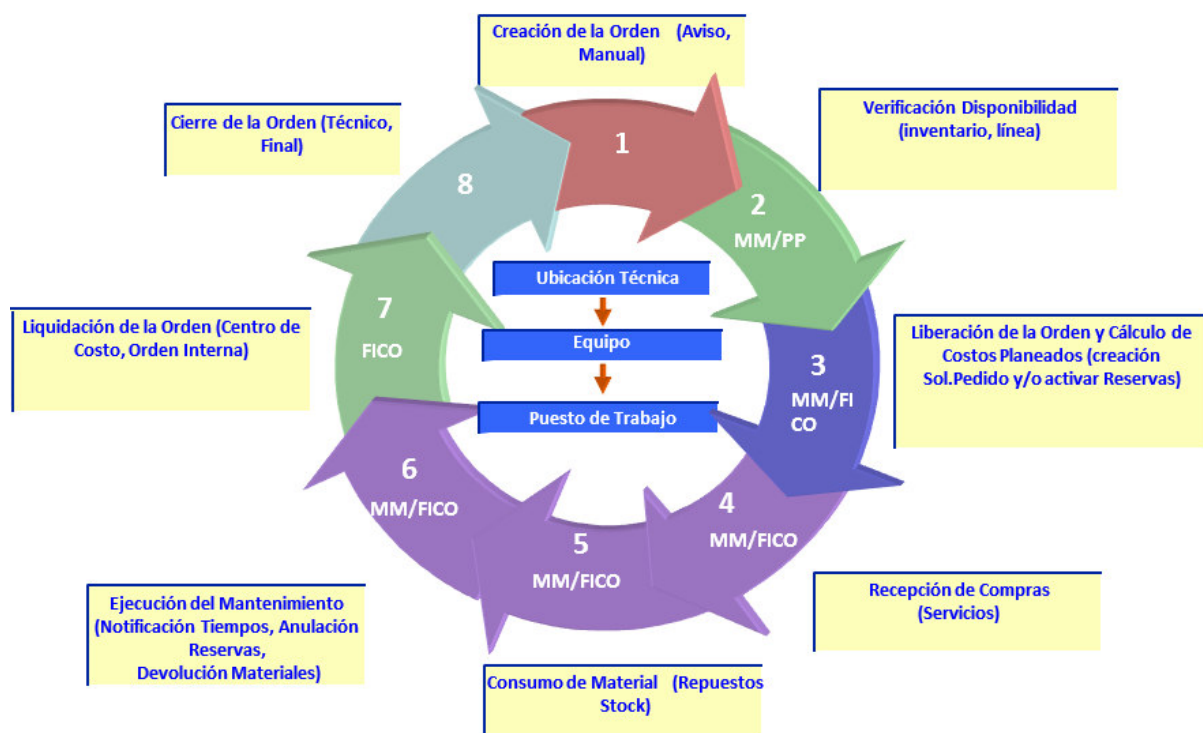


Figura N° 28. Proceso de gestión del mantenimiento.

Se les entrega manuales de ejecución de todos los procesos que necesitarán los usuarios tanto para las pruebas como para el día a día.

Los manuales son los siguientes:

- Ubicación Técnica (Datos Maestros).
- Equipos (Datos Maestros).
- Lista de Materiales de Equipos (Datos Maestros).
- Puestos de Trabajo (Datos Maestros).
- Puntos de Medida y Documentos de Medida (Datos Maestros).
- Avisos de Mantenimiento.
- Órdenes de Mantenimiento.
- Notificación, Liquidación y Cierre de Órdenes.
- Estrategias de Mantenimiento.
- Hojas de Ruta.
- Planes de Mantenimiento Preventivo.
- Supervisión y Costeo de Planes de Mantenimiento Preventivo.
- Reportes de Mantenimiento.
- Reporte de Indicadores.
- Informe de Mantenimiento.

Después de la capacitación a los usuarios clave se prosigue a realizar las pruebas unitarias, que consisten en probar el funcionamiento individual de cada transacción. Las pruebas unitarias que se realizaron fueron las siguientes:

- Objetos Técnicos (ubicaciones técnicas, equipos y puestos de trabajo).
- Planificación de avisos.
- Creación de una orden.
- Ejecución de Mantenimiento.
- Notificación, liquidación y cierre.
- Mantenimiento preventivo.
- Reportes de mantenimiento.
- Reporte de Indicadores.
- Informe de Mantenimiento.

Una vez finalizadas con éxito las pruebas unitarias, se debe proseguir con las pruebas integrales, las cuales consisten en probar la integración del módulo de mantenimiento con los demás módulos (logística y producción). Se prueban los escenarios que son definidos con los usuarios clave. Para el caso de este proyecto:

- Escenario Correctivo para Emergencia.
- Escenario Correctivo.
- Escenario instalación, fabricación y mejoras.
- Escenario para preventivo.

Para estas pruebas es necesaria la colaboración de los usuarios clave de los módulos de logística y producción para que se pueda probar la integración de los módulos. Por ejemplo, en el módulo de Mantenimiento se genera una solicitud de pedido de servicio para el mantenimiento de un equipo. Esta solicitud de pedido debe ser atendida por el área de logística a través del módulo MM. Este flujo debe ser validado tanto por el área de mantenimiento como por el área de logística.

En esta fase suelen surgir necesidades de los usuarios que hacen que se realicen ajustes en la configuración como en el código de algunos desarrollos. Estos cambios deben ser evaluados para medir el impacto que tendrían y decidir si son realizables. Los cambios deben ser realizados en esta fase para estar listos para el pase a productivo.

4.4 Fase 4. Preparación Final

En esta fase se debe elaborar el Plan de Corte, el cual lista las actividades que deben ser realizadas para llevar a cabo la salida en vivo.

Actividades	
Actividades técnicas para la preparación de ambiente PRD	
Administrativos	
Revisión esquema de soporte	
Basis	
Asignación de roles de autorización a nuevas transacciones	
Transporte de órdenes a PRD: Configuración	
Transporte de órdenes a PRD: Desarrollos ABAP	
Verificación de transportes	
Actividades a realizar	
Creación de rangos de números de órdenes y avisos	
Creación de constantes	
Activación / Desactivación de rangos como externos para ejecución de cargas	
Datos maestros	
PM	
Entrega y validación de maestros para carga (Excel)	
Creación de Clases de costo secundarias PRD	
Creación de Clases de actividad PRD	
Creación de tarifas PRD	
Creación de grupos de clases de costo PRD:	
PM001 - Clases de Costo PM	
PM002 - Clases de Costo Primarias PM	
PM003 - Clases de Costo Secundarias PM	
PM901 - PM: Servicios	
PM902 - PM: Material propio	
PM903 - PM: Material externo	
PM904 - PM: Personal propio	
PM905 - PM: Personal externo	
PM906 - PM: Otros costes	
Creación de puestos de trabajo PRD	
Carga de listas de materiales PRD	
Carga de ubicaciones técnicas PRD	
Carga de equipos PRD	
Creación de estrategias de Mantenimiento PRD	
Carga de hojas de ruta PRD	
Carga de Planes de Mantenimiento PRD	
Actividades de transferencia de procesos (Actividades iniciales)	
PM	
Creación de órdenes de Mantenimiento.	
Notificación y consumo de repuestos.	

Tabla N° 7. Actividades del Plan de Corte.

Se debe entregar la Matriz de roles al área de soporte Basis. En esta matriz se especifica a qué transacciones tendrán acceso los usuarios. Una vez aplicados estos accesos en el ERP, los usuarios deberán validar para dar la conformidad y cerrar esta actividad.

Para realizar la carga de la data maestra en Productivo es necesario realizar el transporte de las órdenes de transporte. Una vez realizado se procede a cargar la data maestra utilizando los programas de carga masiva. Estos datos maestros se pueden ver en el Anexo B.

Al finalizar todas las actividades estamos listos para salir en vivo.

4.5 Fase 5. Salida en vivo y Soporte

Esta fase consiste básicamente en dar el banderazo de salida del nuevo sistema. Durante los primeros días, los usuarios requieren de la asesoría permanente de las personas involucradas en el desarrollo del proyecto, con el fin de romper la inercia del inicio. Después de entrar en productivo, el sistema deberá ser revisado y refinado para asegurar el soporte al ambiente de negocios. Cuando se presenten casos de ajuste, su detección y realización corre a cargo de la consultoría.

En coordinación con los usuarios clave se decide salir en vivo con el escenario mantenimientos correctivos. Con el pasar de los días se llegará a utilizar las demás funcionalidades como la definición de estrategias de mantenimiento, hojas de ruta, planes de mantenimiento con estrategia y programar planes de mantenimiento. Estas funcionalidades se utilizan para que el ERP dispense órdenes de mantenimiento preventivo.

CAPITULO V. CONCLUSIONES

5.1 Conclusiones

- El módulo de Mantenimiento de SAP se acopla perfectamente a los procesos manejados en el área de mantenimiento de una empresa del rubro de fabricación de cementos.
- La metodología ASAP, a diferencia a otras metodologías, facilita el desarrollo e implementación de los proyectos de SAP.
- Con la implementación del módulo PM, se podrá contar con data histórica de los mantenimientos; esto será de gran utilidad para la planificación de los mantenimientos a futuro.
- Además de mejorar la planificación, la data histórica brinda información de los consumos por mantenimiento (materiales, servicios y horas hombre). Esta información es valiosa para la planificación de las necesidades (Módulo MM).
- La capacitación a los usuarios clave es fundamental debido a que ellos serán los que realizarán la validación de los procesos y desarrollos implementados.

CAPITULO VI. RECOMENDACIONES

6.1 Recomendaciones

- Durante el desarrollo del proyecto, en la implementación del módulo de mantenimiento es muy importante definir el equipo y las responsabilidades en el kick off, ya que en la fase de realización se suele encontrar dificultades en la implementación por temas de coordinación.
- En la realización de los BBP es muy importante definirlos con todos los involucrados, de ser necesario con key users de otras áreas para definir procesos en los que estén relacionados. Esto evitaría incertidumbres y demoras en la fase de realización.
- Para usuarios que no tengan experiencia utilizando SAP ERP es recomendable implementar las funcionalidades básicas del módulo de mantenimiento. Se les debe capacitar en los temas básicos del módulo y practicar con ellos en el ambiente de testing para ayudarlos en el adiestramiento.
- La data maestra es responsabilidad del usuario, pero es conveniente darles seguimiento y apoyarlos ante cualquier duda que pueda surgir.
- Lo que suele ocurrir en la implementación de un módulo es que durante la etapa de pruebas los usuarios podrían solicitar cambios, ya que, después de la capacitación y entrenamiento, tiene mejor entendimiento del módulo de mantenimiento en SAP y pueden percatarse de que algunas definiciones establecidas en los BBP no estén alineadas correctamente a su proceso de trabajo.
- En caso de que el key user solicite cambios que no están contemplados en los BBP, se debe evaluar el impacto que tendría y si es realmente necesario hacerlos.
- El módulo de mantenimiento de SAP se adapta muy bien al proceso de mantenimiento que tiene una empresa fabricante de cementos.

CAPITULO VII. BIBLIOGRAFIA

1. AGUILAR SÁNCHEZ, A. (2009). *Estudio e implementación de un sistema de gestión de almacén y logística en una PYME Española*. Tesis. Cartagena, Colombia.
2. BUFFA, E.S. y MILLER, J.G. (1979). *Production-Inventory Systems Planning and Control*, 3rd ed. Homewood, IL-USA.
3. CHUNG, S.H. y SNYDER C. A. (2000). *ERP adoption: a technological evolution approach*, *International Journal of Agile Management Systems*, Vol. 2 Iss: 1, pp.24 – 32. Alabama-USA.
4. COOPER, R.B. y ZMUD, R.W. (1990). *Information technology implementation research: a technological diffusion approach*, *Management Science*, Vol. 16 No. 2, pp. 123-39. Florida-USA.
5. FUENTES PALOMINO, D., RINCÓN RAMIREZ O. y SERRANO RIOS S. (2012). *Implementación de la Estrategia RCM-MSG3 en el Módulo PM-SAP, para las plantas de AVIDESA MAC POLLO S.A*. Tesis. Bucaramanga-Colombia.
6. GARCIA GARRIDO, S. (2012). *Ingeniería del Mantenimiento*. Madrid-España.
7. Gonzalo Bruzual L. (2013). <https://unavisiondeconjunto.wordpress.com/tag/asap-accelerated-sap-es-la-metodologia-acelerada-de-implementacion-sap/>. [Consulta: 21 de Diciembre de 2015].
8. HARO MARTÍNEZ, V. (2012). *Estudio e implementación de un sistema de gestión de almacén y logística en una PYME Española*. Tesis. Cartagena, Colombia.
9. MIND42. 40 Principales ERPs. < <http://mind42.com/public/a06224c0-a9c1-46a9-a87e-45498cc7ce9f>>. [Consulta: 29 de Diciembre de 2015].
10. ORLICKY, J. (1975). *MRP, The New Way of Life in Production and Inventory Management*. New York-USA.
11. ORLICKY, J.A. (1975). *The New Way of Life in Production and Inventory Management*. New York-USA.
12. PESANTES HUERTA, A. (2007). *Elaboración de un Plan de Mantenimiento Predictivo y Preventivo en Función de la Criticidad de los Equipos de Proceso Productivo de una empresa empacadora de camarón*. Tesis. Guayaquil-Ecuador.
13. PTAK, C.A. y SCHRAGENHEIM, E. (2000). *ERP: Tools, Techniques, and Applications for Integrating the Supply Chain*. New York-USA
14. ROBLES SILVA, W. (2006). *Modelo de Gestión de Mantenimiento para la Planta de Cementos Andino, Basado en la filosofía RCM 2*. Tesis. Bucaramanga-Colombia.
15. SAP. ASAP Roadmap. http://help.sap.com/saphelp_47x200/helpdata/en/48/623972d55a11d2bbf700105a5e5b3c/content.htm>. [Consulta: 20 de Diciembre de 2015].
16. TOMÉ CALDERON, F. (2009). *Implantación de soluciones SAP para el mercado de telecomunicaciones siguiendo la metodología ASAP*. Tesis. Madrid-España.

CAPITULO VIII. ANEXOS

ANEXO A: Plan de proyecto de implementación

	Nombre de tarea	Duració	Comienzo	Fin	REAL	PLAN
	CEMENTOS INKA - Proyecto de implementación PM	60 días	mar 08/09/15	lun 30/11/15	65%	65%
	Fase I - Diseño funcional / técnico	15 días	mar 08/09/15	lun 28/09/15	100%	100%
	Análisis Detallado (AS-IS)	5 días	mar 08/09/15	lun 14/09/15	100%	100%
	Overview SAP PM	1 día	mar 08/09/15	mar 08/09/15	100%	100%
	Análisis Estructura Organizacional	1 día	mar 08/09/15	mar 08/09/15	100%	100%
	Inducción Data Maestra Ubicación Tecnica	1 día	mar 08/09/15	mar 08/09/15	100%	100%
	Análisis de Gestion de Equipos	1 día	mar 08/09/15	mar 08/09/15	100%	100%
	Analisis sobre gestion de repuestos y componentes	1 día	mié 09/09/15	mié 09/09/15	100%	100%
	Inducción Data Maestra Equipos	1 día	mié 09/09/15	mié 09/09/15	100%	100%
	Análisis de Gestion de compras	1 día	mié 09/09/15	mié 09/09/15	100%	100%
	Análisis de Procesos de mantenimiento	1 día	jue 10/09/15	jue 10/09/15	100%	100%
	Inducción de Clases y características	1 día	jue 10/09/15	jue 10/09/15	100%	100%
	Análisis de Procesos de mantenimiento	1 día	jue 10/09/15	jue 10/09/15	100%	100%
	Análisis del Mantenimiento Planificado	1 día	vie 11/09/15	vie 11/09/15	100%	100%
	inducción de Listas de Data Maestra materiales para Equipo	1 día	vie 11/09/15	vie 11/09/15	100%	100%
	Análisis del mantenimiento Planificado	1 día	vie 11/09/15	vie 11/09/15	100%	100%
	Analisis sobre reportes de mantenimiento	1 día	lun 14/09/15	lun 14/09/15	100%	100%
	Inducción de Data maestra de hojas de Ruta	1 día	lun 14/09/15	lun 14/09/15	100%	100%
	Inducción de Data maestra de Planes de Mantenimiento	1 día	lun 14/09/15	lun 14/09/15	100%	100%

	Nombre de tarea	Duració	Comienzo	Fin	REAL	PLAN
	Análisis de Ejecución del mantenimiento	1 día	lun 14/09/15	lun 14/09/15	100%	100%
	Definición y Modelamiento (TO BE) BBP	10 días	mar 15/09/15	lun 28/09/15	100%	100%
	Taller Estructura organizativa	1 día	mar 15/09/15	mar 15/09/15	100%	100%
	BBP01 Estructura Organizacional	1 día	mar 15/09/15	mar 15/09/15	100%	100%
	Taller de Ubicaciones Tecnicas y Equipos	1 día	mié 16/09/15	mié 16/09/15	100%	100%
	BBP02 Registro y Actualizacion de Ubicaciones Técnicas	1 día	mié 16/09/15	mié 16/09/15	100%	100%
	BBP03 Registro y Actualización de Equipos	1 día	jue 17/09/15	jue 17/09/15	100%	100%
	Reunión de Coordinación con SAP QM	1 día	jue 17/09/15	jue 17/09/15	100%	100%
	Taller de Gestión del Mantenimiento	1 día	jue 17/09/15	jue 17/09/15	100%	100%
	BBP04 Planificación de Avisos	1 día	vie 18/09/15	vie 18/09/15	100%	100%
	Definicion de Planificación de Avisos	1 día	vie 18/09/15	vie 18/09/15	100%	100%
	BBP05 Creación de Orden a partir de un Aviso	1 día	vie 18/09/15	vie 18/09/15	100%	100%
	BBP06 Ejecución del Mantenimiento	1 día	lun 21/09/15	lun 21/09/15	100%	100%
	BBP07 Notificación , Cierre y Liquidación de orden de Mantenimiento	1 día	lun 21/09/15	lun 21/09/15	100%	100%
	Taller del Mantenimiento Planificado	1 día	lun 21/09/15	lun 21/09/15	100%	100%
	BBP08 Planificación del mantenimiento preventivo	1 día	mar 22/09/15	mar 22/09/15	100%	100%
	Taller de Reportes SIL	1 día	mar 22/09/15	mar 22/09/15	100%	100%
	BBP09 Reportes SIL	1 día	mié 23/09/15	mié 23/09/15	100%	100%
	Definición e Integración con SAP MM	1 día	mié 23/09/15	mié 23/09/15	100%	100%
	Definición e Integración con SAP FI _ CO	1 día	jue 24/09/15	jue 24/09/15	100%	100%
	Revisión y Afinamiento de los BBP's	1 día	vie 25/09/15	vie 25/09/15	100%	100%
	Aprobación de los BBP's por parte de la Gerencia	1 día	lun 28/09/15	lun 28/09/15	100%	100%

	Nombre de tarea ▼	Duració ▼	Comienzo ▼	Fin ▼	REAL ▼	PLAN
	▲ Fase II - Realización	30 días	mar 29/09/15	lun 09/11/15	59%	59%
✓	Configuración base	12 días	mar 29/09/15	mié 14/10/15	100%	100%
✓	Afinamiento y prueba de consultor	1 día	lun 19/10/15	lun 19/10/15	100%	100%
✓	Desarrollo de programas ABAP	15 días	mar 29/09/15	lun 19/10/15	100%	100%
✓	Preparación escenarios y protocolo de prueba	3 días	lun 19/10/15	mié 21/10/15	100%	100%
	Taller de Inducción sap pm	2 días	vie 23/10/15	lun 26/10/15	25%	25%
	Pruebas Unit. Integrales	10 días	mar 20/10/15	lun 02/11/15	0%	0%
	Capacitación Usuarios Finales	5 días	mar 03/11/15	lun 09/11/15	0%	0%
	Documentación	5 días	mar 03/11/15	lun 09/11/15	0%	0%
	▲ Fase III - Puesta en Marcha y Soporte	15 días?	mar 10/11/15	lun 30/11/15	0%	0%
	Migración Datos	2 días	mar 10/11/15	mié 11/11/15	0%	0%
	Preparación salida en vivo	2 días	jue 12/11/15	vie 13/11/15	0%	0%
	HITO: Salida en Vivo (Go-live)	1 día	lun 16/11/15	lun 16/11/15	0%	0%
	Soporte	10 días	mar 17/11/15	lun 30/11/15	0%	0%

ANEXO B: Data Maestra

a. Puestos de trabajo

Tipo Pto.Trabajo	Centro (Planta)	Cód.Pto.Trabajo	Descripción	Centro de costo	Clase de actividad (Ver pestaña de tarifas)
Responsable	1000	JEFELE	Jefe de Mantenimiento Eléctrico	N/A	N/A
Responsable	1000	JEFE MEC	Jefe de Mantenimiento Mecánico	N/A	N/A
Responsable	1000	JEFE OBR	Jefe de Obras civiles	N/A	N/A
Ejecutor	1000	MECPLA	Mecánico Planta		PM_MEC
Ejecutor	1000	ELEPLA	Eléctrico Planta		PM_ELEC
Ejecutor	1000	EXTSTU	MO Externa - STU		PM_EXS

b. Ubicaciones técnicas

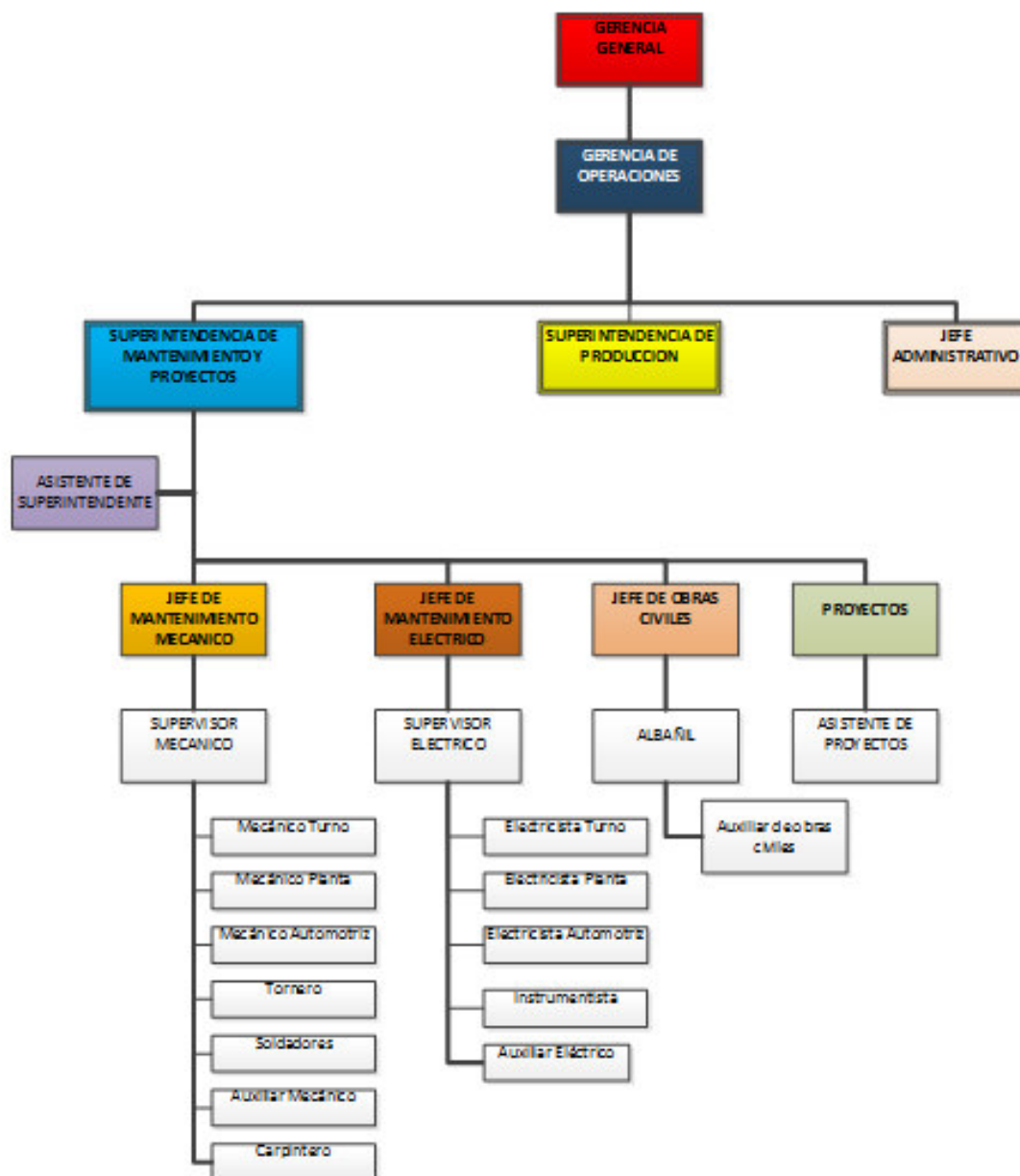
Ubic. técn.s superior	Ubicación Técnica (O)	Denominación (O)
CHAR	CHAR	CHAR
30	40	40
	1000	SOCIEDAD CEMENTO INKA
1000	1000-1000	PLANTA CAJAMARQUILLA
1000-1000	1000-1000-TRI1	TRITURADO 1
1000-1000-TRI1	1000-1000-TRI1-PRIM	CHANCADO PRIMARIO TRI1
1000-1000-TRI1-PRIM	1000-1000-TRI1-PRIM-TOLV1	TOLVA DE RECEPCION DE MAT PARA ALIMENT
1000-1000-TRI1-PRIM	1000-1000-TRI1-PRIM-ZARA1	ALIMENTADOR VIBRATORIO 50tph
1000-1000-TRI1-PRIM	1000-1000-TRI1-PRIM-CHQU1	CHANCADORA QUIJADA PRIMARIA 24" X 36"
1000-1000-TRI1-PRIM	1000-1000-TRI1-PRIM-FATR1	FAJA TRANSPORTADORA DE 0.6X21 m
1000-1000-TRI1	1000-1000-TRI1-SECD	CHANCADO SECUNDARIO TRI1
1000-1000-TRI1-SECD	1000-1000-TRI1-SECD-ZARA1	ZARANDA VIBRATORIO UNA MESA motor 5 HP
1000-1000-TRI1-SECD	1000-1000-TRI1-SECD-CHQU1	CHANCADORA QUIJADA SECUND 18" X 24"
1000-1000-TRI1-SECD	1000-1000-TRI1-SECD-FATR1	FAJA TRANSPORTADORA DE 500 mm X 24m.
1000-1000-TRI1-SECD	1000-1000-TRI1-SECD-IMAN1	IMAN RECUPERADOR DE METALES
1000-1000-TRI1	1000-1000-TRI1-TERC	CHANCADO TERCARIO TRI1
1000-1000-TRI1-TERC	1000-1000-TRI1-TERC-CHMA1	CHANCADORA TERC MARTILLOS VERTICAL
1000-1000-TRI1-TERC	1000-1000-TRI1-TERC-ELEV1	ELEVADOR DE CANGILONES DE CHANCADO
1000-1000-TRI1-TERC	1000-1000-TRI1-TERC-FATR1	FAJA TRANSPORTADORA ALIM AL SILO
1000-1000-TRI1-TERC	1000-1000-TRI1-TERC-IMAN1	IMAN RECUPERADOR DE METALES
1000-1000-TRI1-TERC	1000-1000-TRI1-TERC-FIMA1	FILTRO DE MANGAS
1000-1000-TRI1-TERC	1000-1000-TRI1-TERC-VENT1	VENTILADOR CENTRIFUGO DE FILT MANGAS
1000-1000-TRI1-TERC	1000-1000-TRI1-TERC-TOLV1	TOLVA AUXILIAR PARA HIERRO Y ARENA
1000-1000-TRI1	1000-1000-TRI1-ALMC	ALMACENAMIENTO DE TRITURADOS 1
1000-1000-TRI1-ALMC	1000-1000-TRI1-ALMC-DUCT1	DUCTOS DE ALIMENT Y DESCARG

c. Equipos:

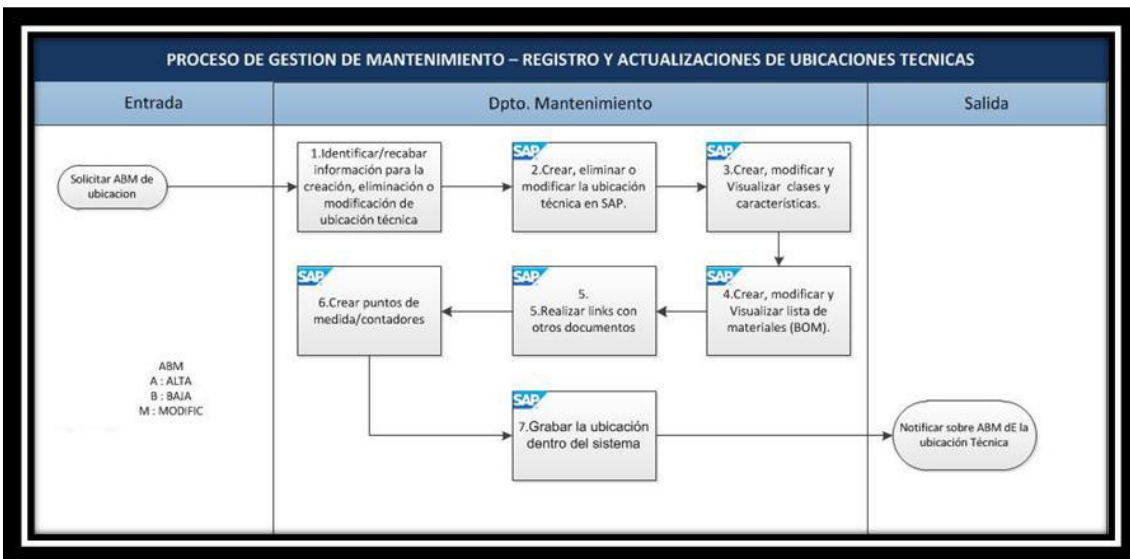
PANTALLA		DATOS GENERALES	ESTRUCTURA
18	1	40	30
Equipo	Tipo	Denominación	Ubicación Téc.
CHAR	CHAR	CHAR (40)	CHAR
1100000	M	MOTOR ELECTRICO	1000-1000-TRI1-PRIM-ZARA1
1100001	M	MOTOR ELECTRICO	1000-1000-TRI1-PRIM-CHQU1
1100002	M	MOTOR ELECTRICO	1000-1000-TRI1-PRIM-FATR1
1100003	M	REDUCTOR ENGRANAJES	1000-1000-TRI1-PRIM-FATR1
1100004	M	MOTOR ELECTRICO	1000-1000-TRI1-SECD-ZARA1
1100005	M	MOTOR ELECTRICO	1000-1000-TRI1-SECD-CHQU1
1100006	M	MOTOR ELECTRICO	1000-1000-TRI1-SECD-FATR1
1100007	M	REDUCTOR ENGRANAJES	1000-1000-TRI1-SECD-FATR1
1100008	M	IMAN	1000-1000-TRI1-SECD-FATR1
1100009	M	MOTOR ELECTRICO	1000-1000-TRI1-TERC-CHMA1
1100010	M	MOTOR ELECTRICO PRINCIPAL	1000-1000-TRI1-TERC-ELEV1
1100011	M	REDUCTOR ENGRANAJES PRINCIPAL	1000-1000-TRI1-TERC-ELEV1
1100012	M	MOTOR ELECTRICO AUXILIAR	1000-1000-TRI1-TERC-ELEV1
1100013	M	REDUCTOR ENGRANAJES AUXILIAR	1000-1000-TRI1-TERC-ELEV1
1100014	M	MOTOR ELECTRICO	1000-1000-TRI1-TERC-FATR1
1100015	M	REDUCTOR ENGRANAJES	1000-1000-TRI1-TERC-FATR1
1100016	M	IMAN	1000-1000-TRI1-TERC-FATR1
1100017	M	PISTON NEUMATICO P-01	1000-1000-TRI1-TERC-FIMA1
1100018	M	PISTON NEUMATICO P-02	1000-1000-TRI1-TERC-FIMA1

2. ANEXO C: Diagramas de Procesos Definidos en los Business BluePrint

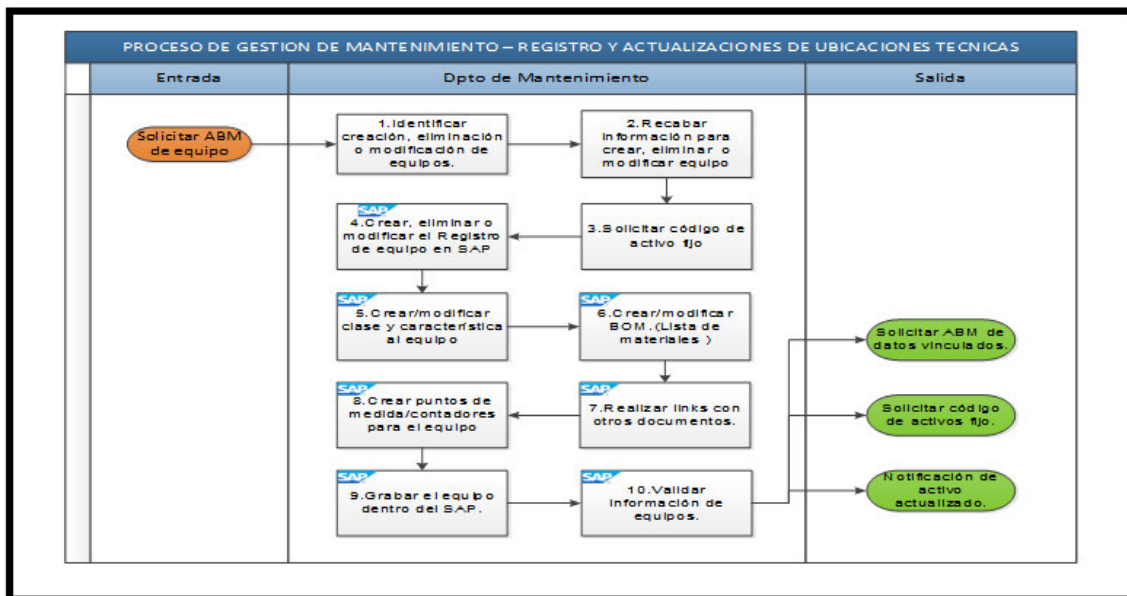
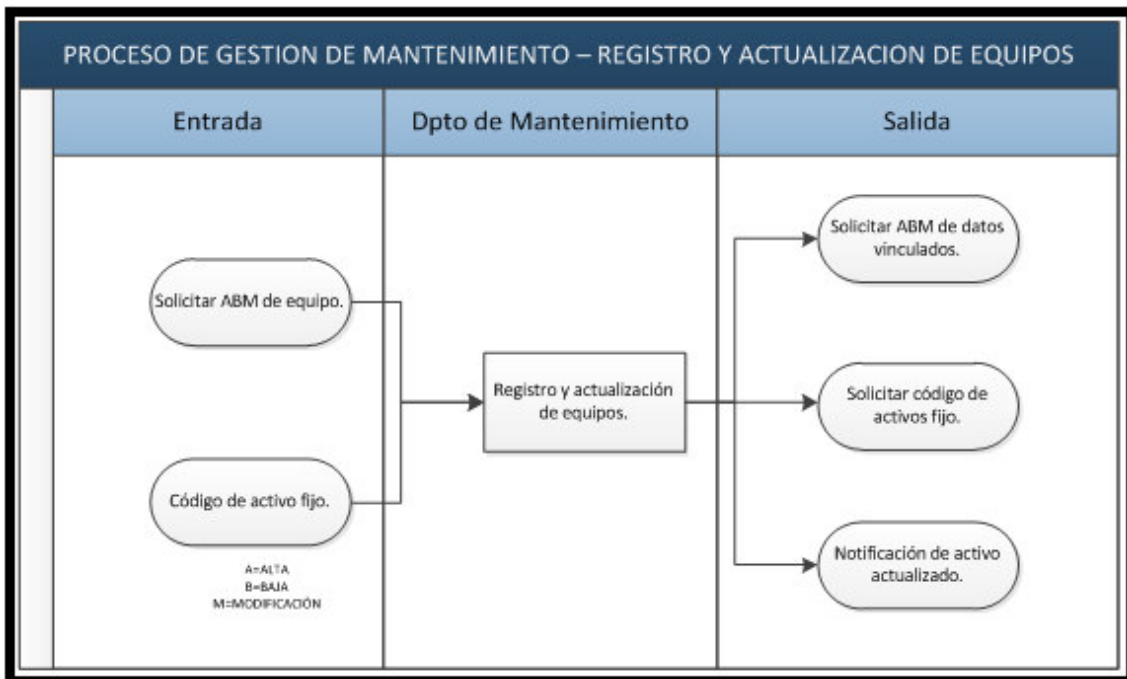
a. Estructura Organizativa PM:



b. Registro y Actualización de Ubicaciones Técnicas:

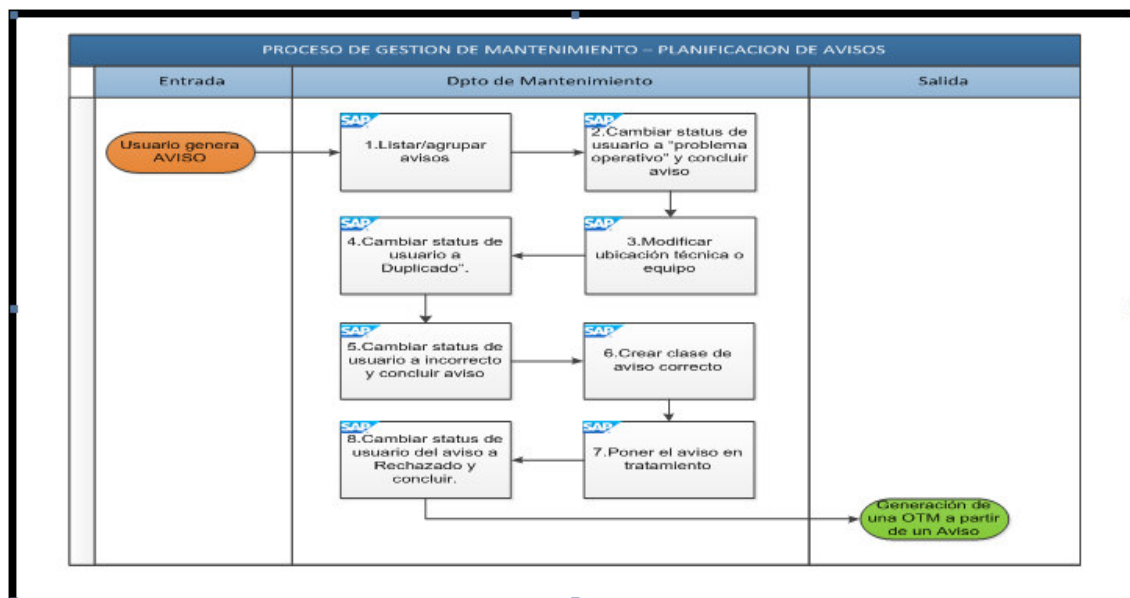
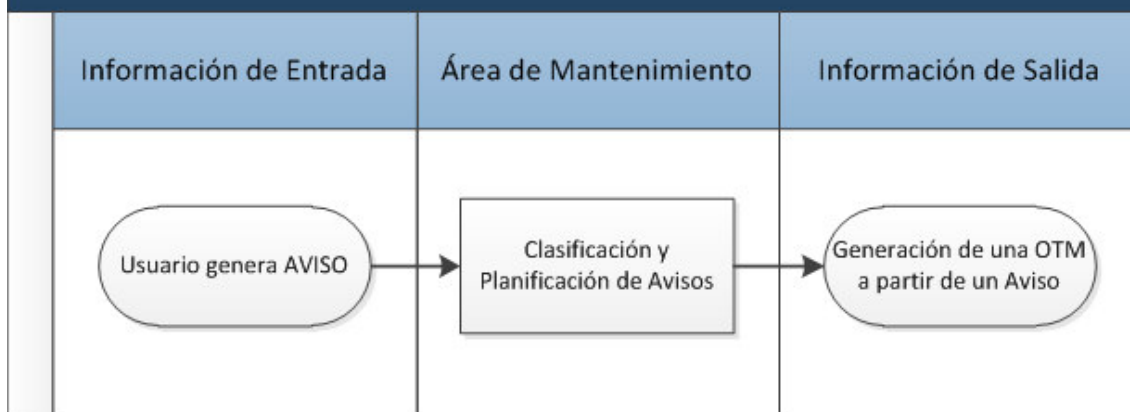


c. Registro y Actualización de Equipos:

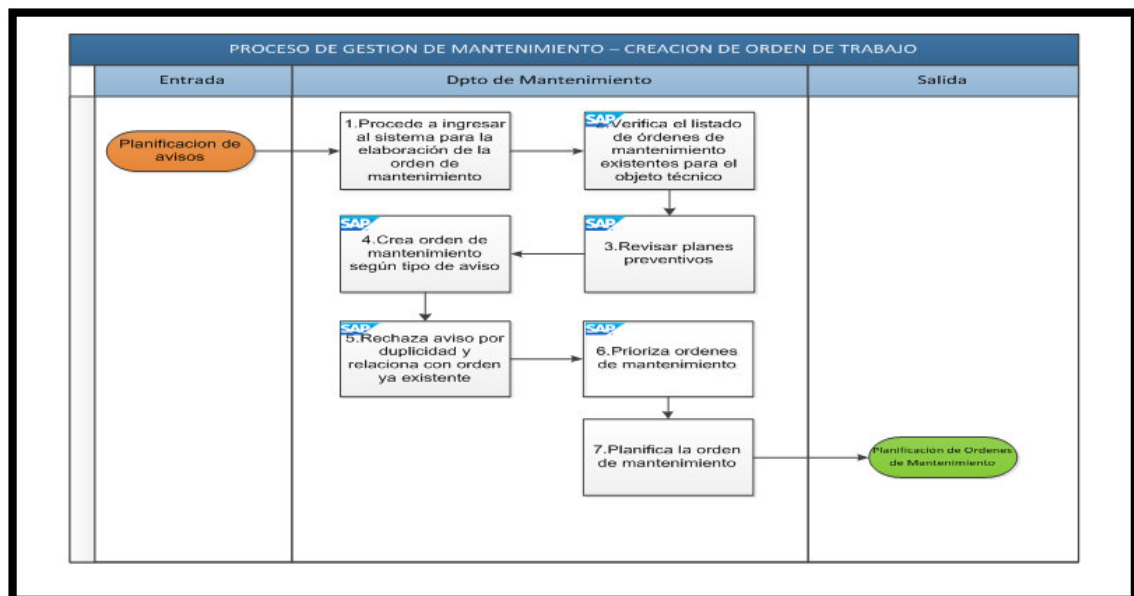
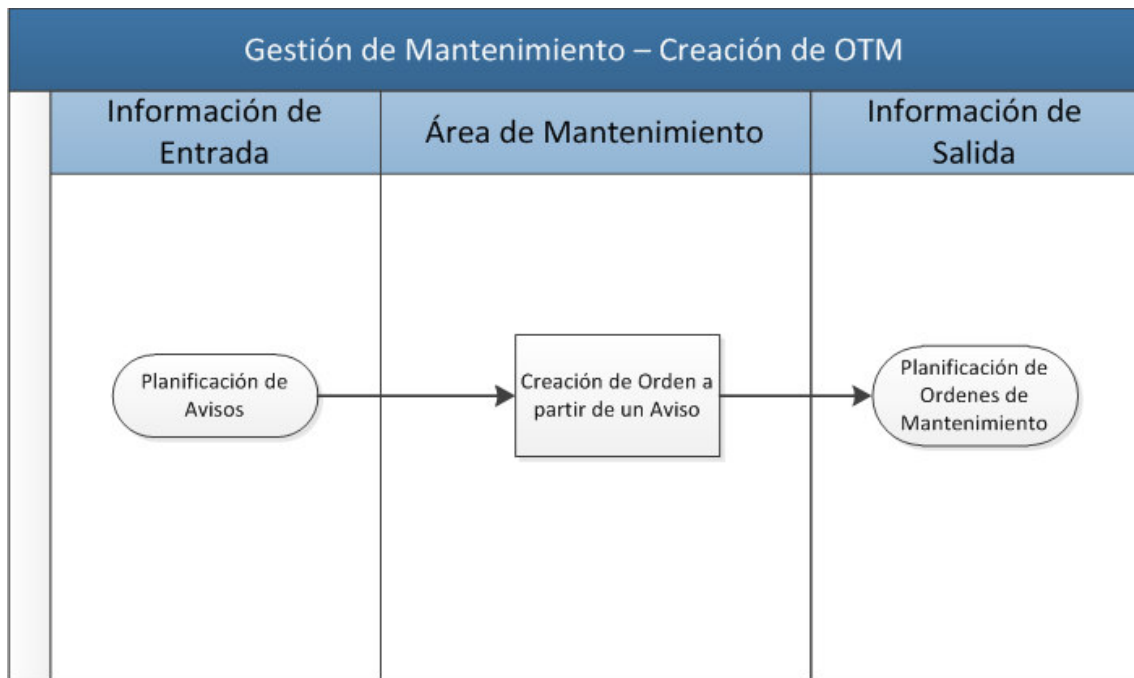


d. Planificación de Avisos:

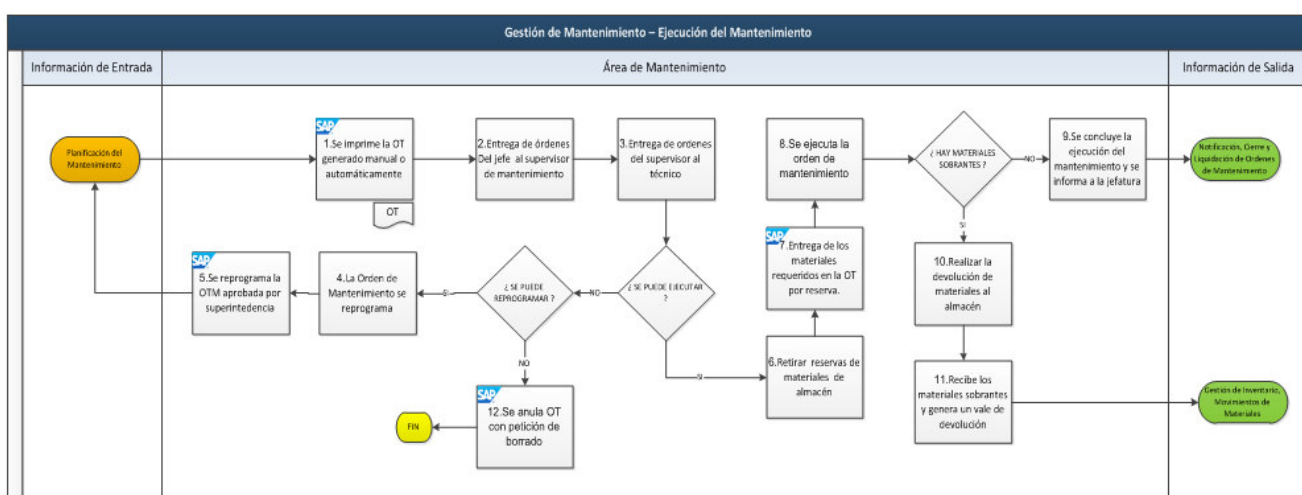
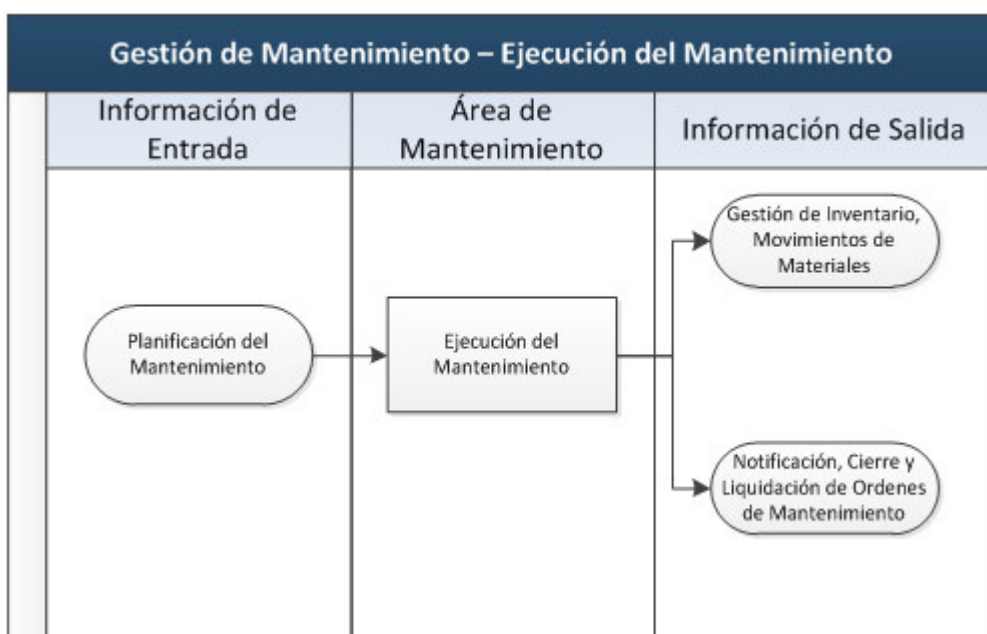
Proceso de Gestión de Mantenimiento – Planificación de Avisos



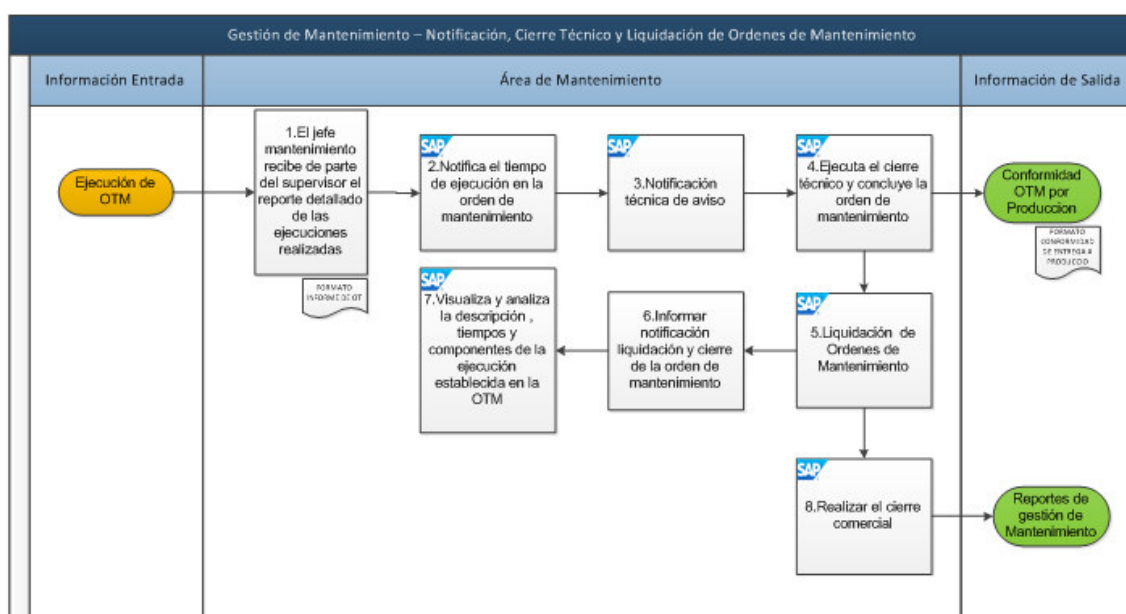
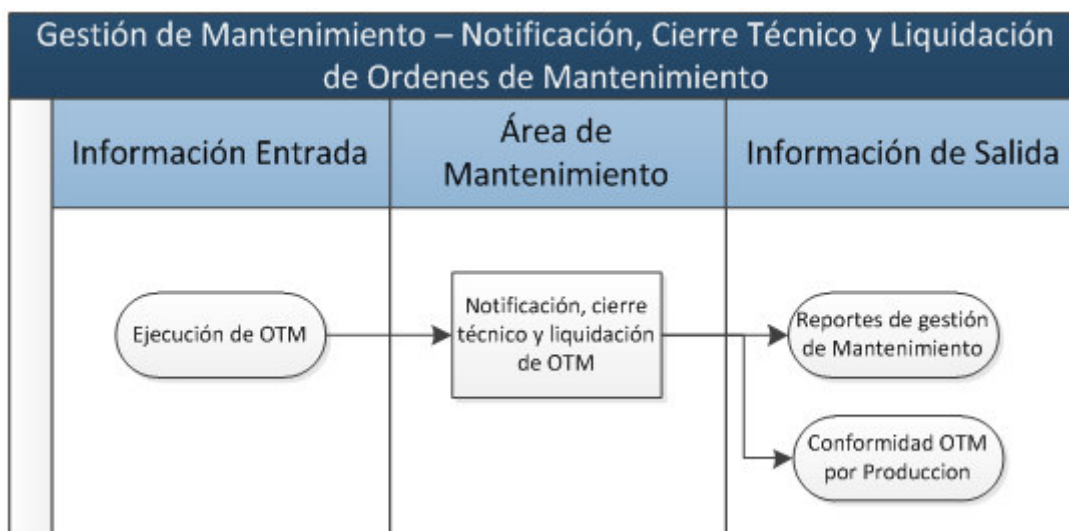
e. Creación de una Orden de Trabajo:



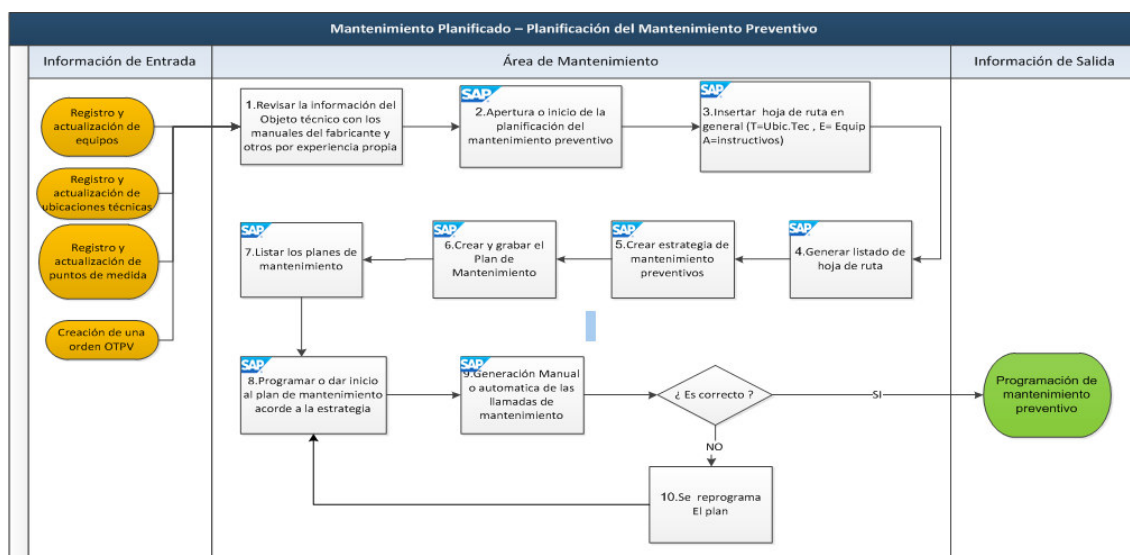
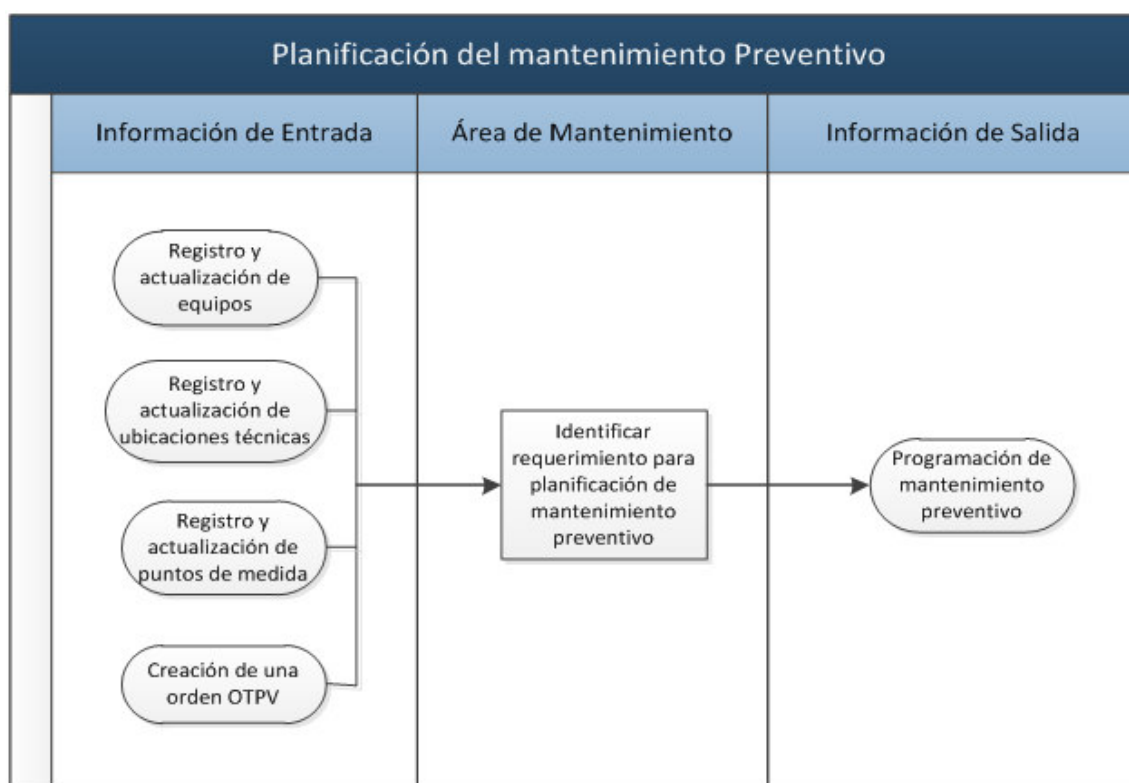
f. Ejecución del Mantenimiento:



g. Notificación, Cierre técnico y Liquidación de Órdenes de Trabajo:



h. Planificación del Mantenimiento Preventivo:



i. Reportes SIL (Sistemas de información de Logística):

